

Record Number: 350
Author, Monographic: Cluis, D.//Couillard, D.//Potvin, L.
Author Role:
Title, Monographic: Planification de l'acquisition des données de qualité de l'eau au Québec. Tome 4 : utilisation du territoire d'un bassin et modèle d'apports
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1973
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: vi, 150
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 35
Location/URL:
ISBN: 2-89146-041-3
Notes: Rapport annuel 1973-1974
Abstract: Rapport rédigé pour le ministère des Richesses naturelles du Québec
20.00\$
Call Number: R000035
Keywords: rapport/ ok/ dl

Planification de l'acquisition des données
de qualité de l'eau au Québec.

Tome 4:
utilisation du territoire d'un bassin
et modèle d'apports

INRS-Eau
UNIVERSITE DU QUEBEC
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 35
1973

Rapport rédigé pour
le ministère des Richesses naturelles, Québec

par
D. Cluis, D. Couillard, L. Potvin

AUTEURS: D. CLUIS
 D. COUILLARD
 L. POTVIN

1973

PLANIFICATION DE L'ACQUISITION DES DONNEES
DE QUALITE DE L'EAU AU QUEBEC.
TOME IV:
UTILISATION DU TERRITOIRE D'UN BASSIN ET
MODELE D'APPORTS

Planification de l'acquisition des données
de qualité de l'eau au Québec.

Tome 4:
utilisation du territoire d'un bassin
et modèle d'apports

INRS-Eau
UNIVERSITE DU QUEBEC
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 35
1973

Rapport rédigé pour
le ministère des Richesses naturelles, Québec

par
D. Cluis, D. Couillard, L. Potvin

ISBN 2-89146-041-3

DEPOT LEGAL 1973

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1973 - Institut national de la recherche scientifique

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
TABLE DES MATIERES	i
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	vi
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	3
1. DESCRIPTION ET REPRESENTATION VISUELLE DU BASSIN	9
1.1 Milieu naturel: caractéristiques physiques du bassin	11
1.1.1 Physiographie et relief	11
1.1.2 Géologie	12
1.1.3 Pédologie	14
1.1.4 Météorologie	16
1.1.5 Végétation	18
1.1.6 Hydrologie	20
1.2 Activités humaines	21
1.2.1 Population	22
1.2.2 Problèmes spécifiquement urbains	25
1.2.3 Agriculture	28
1.2.4 Industrie	33
1.2.5 Récréation	35
1.3 Conclusion	42
2. PRODUCTEURS ET APPORTS SPECIFIQUES	43
2.1 Introduction	45
2.2 Producteurs	46

2.3	Apports spécifiques	47
2.3.1	Les apports provenant de la population humaine	47
2.3.2	Apports spécifiquement urbains	50
2.3.3	Apports agricoles	57
2.3.4	Apports industriels	63
2.4	Conclusion	64
3.	MODELE D'APPORTS	67
3.1	Introduction	69
3.2	Approche	70
3.3	Conception du modèle	71
3.3.1	Découpage	72
3.3.2	Illustration du modèle hydrologique	75
3.4	Sous-modèles d'apports	79
3.5	Modèle global	79
3.6	Illustration du modèle	80
4.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	83
Annexe A:	Documents disponibles pour la description et la représentation visuelle du bassin	87
Annexe B:	Producteurs et apports spécifiques	103
B.1	Tableaux des producteurs et des apports spécifiques	107
B.2	Etudes sur les sels de déglçage	133
B.2.1	Région métropolitaine de Toronto	133
B.2.2	Bassin Meadowbrook au sud de Syracuse, New-York	136
B.2.3	Municipalité régionale d'Ottawa - Carleton	139
B.3	Liste des références bibliographiques pour les annexes B	143

LISTE DES TABLEAUX

		<u>PAGE</u>
1.1	Classification des sols selon leurs aptitudes à la production agricole	30
1.2	Les classes de possibilités pour la récréation de plein air	36
1.3	Restrictions du potentiel des plages	37
1.4	Classes du potentiel des eaux pour la pêche	40
3.1	Sources de renseignements pour la caractérisation d'un bassin	74
B.1	Caractéristiques d'égouts urbains sanitaires	108
B.2	Caractéristiques des excréments humains selon Van Duran	108
B.3	Apports per capita de phosphore et d'azote en provenance des eaux domestiques usées, traitées et non traitées	109
B.4	Apports en homme par km ² d'azote et de phosphore en provenance d'excréments humains et de sources non spécifiées	110
B.5	Concentrations des eaux d'écoulement des routes et des eaux d'irrigation au reflux comparées aux eaux et aux concentrations dans un lac eutrophe	111
B.6	Caractéristiques d'égouts urbains pluviaux	112
B.7	Estimation des quantités de matières polluantes qui pourraient parvenir aux cours d'eau récepteurs pour une cité fictive	113

B.8	Nature et quantité des principales substances provenant des eaux de ruissellement urbain	114
B.9	Répartition des charges polluantes en fonction de l'utilisation du territoire urbain	115
B.10	Principaux polluants trouvés dans la neige usés à Toronto	115
B.11	Teneur en métaux lourds dans les échantillons de neige recueillis en divers points de Cambridge et Somerville, Mass.	116
B.12	Teneur en métaux lourds dans l'eau de fonte des rues en divers points de Cambridge et Somerville, Mass.	117
B.13	Estimation des apports en substances nutritives provenant des différentes sources	118
B.14	Quantités produites et caractéristiques du fumier animal	119
B.15a	Consommation d'engrais artificiel au Canada	120
B.15b	Substances fertilisantes et engrais composés vendus dans la province de Québec	120
B.15c	Consommation de substances fertilisantes au Québec	121
B.16	Quantités d'engrais utilisées par type de culture (USA)	122
B.17	Pertes moyennes annuelles d'azote à travers des canaux de drainage en tuiles	123
B.18	Pertes moyennes annuelles de phosphore à travers des canaux de drainage en tuiles	123

B.19	Vente totale d'hydrocarbures chlorés en Ontario	124
B.20	Résidus de pesticides dans l'eau et les sédiments de l'Ontario	124
B.21	Résidus de pesticides dans les sols de l'Ontario	124
B.22	Teneur en substances nutritives des déchets industriels	125
B.23	Origine et caractéristiques des eaux résiduaires industrielles	126
B.24	Bilan des polluants majeurs et de la quantité d'eau utilisée par diverses industries	128
B.24a	Industrie du textile	129
B.24b	Industrie du tannage du cuir	129
B.24c	Industries alimentaires	129
B.24d	Industries des pâtes et papier	130
B.24e	Industrie de l'acier	130
B.24f	Industrie du pétrole	130
B.25	Epandage de sel de toutes provenances dans la région métropolitaine de Toronto	134
B.26	Concentration de chlorure dans cinq rivières du bassin de la région métropolitaine de Toronto	135
B.27	Concentrations en chlorures à Jamesville Road	138
B.28	Concentrations de chlorure dans divers dépotoirs à neige	140

LISTE DES FIGURES

		<u>PAGE</u>
3.1	Cheminement hydrologique	76
3.2	Bilans de maille	82

AVANT PROPOS

L'INRS-Eau, en collaboration avec le service Qualité des Eaux, du Ministère des Richesses Naturelles, a réalisé une étude visant à élaborer une stratégie d'acquisition des données de qualité de l'eau sur l'ensemble du territoire québécois. Les résultats de ces travaux sont présentés en cinq tomes qui correspondent aux différentes étapes de l'étude:

- l'analyse des relations entre la qualité de l'eau et son usage (tome 1);
- l'étude des phénomènes aquatiques (tome 2);
- l'analyse des méthodes d'acquisition des données utilisées dans certains pays (tome 3);
- l'étude des possibilités offertes par des indicateurs terrestres (tome 4);
- le développement d'une méthode d'acquisition des données de qualité pour le territoire québécois (tome 5).

L'étude des possibilités offertes par l'analyse de l'utilisation du territoire (indicateurs terrestres) est apparue dès le début de nos travaux comme étant une étape préliminaire nécessaire avant que l'on puisse procéder au choix des données à acquérir. En fait, tous les auteurs qui rapportent des données sur la qualité physique, chimique et biologique de l'eau le font toujours en se référant au territoire du bassin considéré. Il y a donc lieu de se deman-

der jusqu'où cette analyse doit aller et comment on doit se servir des résultats pour optimiser leur usage face aux problèmes qui nous concernent, c'est-à-dire la connaissance de la qualité de l'eau.

Ce tome doit donc être considéré comme le rapport d'un travail préliminaire au développement d'une méthode intégrée d'acquisition des données de la qualité de l'eau. Comme son titre le laisse sous-entendre, on y aborde le choix de données en relation avec l'utilisation du territoire et aussi la façon dont on doit se servir de ces données.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La qualité des eaux atmosphériques, souterraines et de surface dans un bassin hydrologique dépend d'un certain nombre de caractéristiques naturelles du bassin et de l'utilisation de son territoire. D'ailleurs les données physiques, chimiques et biologiques ne prennent une signification particulière que dans la mesure où l'on décrit, ne serait-ce que de façon élémentaire, le bassin hydrographique et l'endroit exact dans ce bassin d'où proviennent les eaux analysées. Il faut donc étudier le territoire d'un bassin pour être en mesure d'interpréter les données de qualité de l'eau. Ceci pose le problème de savoir jusqu'où ces études doivent être poussées; d'autant plus qu'elles font également partie des préoccupations des géographes, sociologues et économistes, qui participent normalement aux études multidisciplinaires des bassins en vue de leur gestion éventuelle.

Il semble, dans un premier temps du moins, que les données recueillies par les différents organismes gouvernementaux ou fournies par certains organismes privés constituent la majeure partie des renseignements que l'on peut espérer obtenir en ce qui concerne les activités humaines à l'intérieur d'un bassin. Quant aux caractéristiques naturelles: géologie, climat, végétation, hydrologie etc., les données nécessaires existent également dans différentes publications gouvernementales. On trouvera à l'annexe A, la liste des principaux documents et sources de données concernant les caractéristiques **physiques** et humaines d'un bassin. A priori, il n'y a pratiquement pas lieu de prévoir la cueillette de données supplémentaires pour satisfaire aux besoins d'interprétation des données de qualité de l'eau.

Le problème qui se pose est plutôt le suivant: lesquelles parmi les données existantes sur les caractéristiques na-

turelles ou sur les activités humaines présentent un intérêt? Le critère de base pouvant servir de guide à ce choix des données est la connaissance ou l'ignorance de relations existant entre des caractéristiques ou des activités et la qualité potentielle de l'eau d'un bassin. A prime abord, une connaissance de ces relations est nécessaire si on veut éviter l'acquisition de données qui ne seront d'aucune aide. Une revue de la littérature s'impose donc pour identifier des relations possibles; on pourrait se contenter de relations purement qualitatives (ex: la présence de roches calcaires (CaCO_3) permet de prévoir des eaux dures), mais évidemment des relations quantitatives (ex: 1 personne équivaut à X grammes de phosphore par jour) sont préférables.

Les relations qualitatives ne permettent pas d'aborder l'identification des causes de détérioration: dans tous les bassins, un ensemble de causes (agriculture, municipalités, industrie, marécages, marais, lacs, etc.) influent sur la qualité de l'eau; les relations qualitatives ne permettant pas de quantifier chacune des causes, il devient impossible d'identifier la cause principale. Par ailleurs, les relations quantitatives permettent cette évaluation des différentes sources, en tout point du cycle hydrologique. Il devient possible de greffer les apports en différentes substances aux apports en eau c'est-à-dire au débit. On obtient alors un modèle d'apports qui décrit la charge en différents points du cycle hydrologique. Il est à noter que seulement les substances conservatrices, c'est-à-dire celles qui ne se transforment pas lors de leur transport dans le cycle, peuvent être incluses dans un modèle semblable. La qualité résultante des eaux de surface ne peut donc pas être prévue de cette façon; cependant, un tel modèle permet dans le cas où on aura constaté des détériorations, d'identifier les causes par ordre d'importance. Le modèle d'apports devient a-

lors un outil de gestion indispensable qui permet de fixer les différentes priorités au niveau de l'aménagement.

CHAPITRE 1

DESCRIPTION ET REPRESENTATION

VISUELLE DU BASSIN

CHAPITRE 1

DESCRIPTION ET REPRESENTATION VISUELLE DU BASSIN

1.1 MILIEU NATUREL: CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN

L'étude des caractéristiques physiques d'un bassin s'avère essentielle pour l'explication et la compréhension de l'état physique, chimique et biologique de l'eau dans des conditions naturelles c'est-à-dire en faisant abstraction de toute intervention humaine.

Nous constaterons que les caractères physiques d'un bassin, soit son relief, sa géologie, ses sols, son climat, sa végétation et son hydrologie sont interdépendants. Ainsi, le débit d'un cours d'eau, dépendra fortement des précipitations qui elles mêmes sont fonction de l'altitude.

Tous ces facteurs physiques ont une influence sur la qualité de l'eau, bien que ce soit souvent de façon indirecte, car ils agissent d'abord sur l'écoulement en régissant l'intensité du débit et le régime d'un cours d'eau; mais nous verrons que ces facteurs peuvent, en certains cas, exercer une influence beaucoup plus directe sur la qualité de l'eau.

1.1.1 PHYSIOGRAPHIE ET RELIEFMéthode

La première caractéristique physique à considérer dans un bassin est sa physiographie. On délimitera d'abord le bassin étudié sur les cartes topographiques, à l'échelle 1: 250,000, puis à l'échelle 1: 50,000

pour une meilleure précision. A l'aide des documents de base énumérés à l'annexe A, on déterminera pour chaque bassin, la superficie; les altitudes minimale, maximale et moyenne; la pente; les pourcentages de superficie boisée, marécageuse, lacustre, construite etc.. On déterminera le tracé en plan du réseau hydrographique, la longueur de la rivière et de ses principaux affluents; on effectuera ensuite le profil en long de la rivière et de ses principaux affluents en faisant ressortir les points singuliers tels que rapides, chutes, barrages, lacs. On notera dans les montagnes, les principales sources.

Le relief et l'eau

Une description physiographique sommaire basée sur la courbe hypsométrique peut aider à la compréhension du régime de la rivière. En effet, l'altitude joue un rôle hydrologique capital. Les pentes en dépendent et l'intensité des précipitations en est fonction. Les montagnes sont souvent plus arrosées que les dépressions adjacentes. Conséquemment, elles peuvent donner naissance à des cours d'eau plus puissants que ceux des plaines.

Le tracé en plan d'un réseau hydrographique, lié aux formes du terrain, est important en ce qui concerne la formation des crues et l'isochronisme des apports.

1.1.2 GEOLOGIE

Méthode

On déterminera l'appartenance aux cinq provinces

géologiques majeures du Québec, puis les caractères lithologiques du substratum du bassin (pourcentage de roches ignées, métarmorphiques, sédimentaires) et de la couverture de dépôts meubles (fluvio-glaciaires, glaciaires, argiles marines et lacustres). On regardera particulièrement si le bassin comporte des roches plus solubles. On fera ressortir également les glissements de terrains et les exploitations minières.

La géologie et l'eau

Il existe une dépendance entre les formations géologiques et structurales et l'évolution du milieu aquatique naturel. C'est pourquoi il importe de connaître le type de la roche en place, ses propriétés physiques: dureté, perméabilité, porosité ainsi que sa composition chimique et minérale.

Les roches ont des propriétés très variables par rapport à l'érosion. Les roches les plus vulnérables sont les roches tendres c'est-à-dire celles qui contiennent des minéraux très solubles: calcite, dolomite, gypse, anhydrite, hématite, pyrite; c'est le cas des roches sédimentaires carbonatées telles que les calcaires. Les roches dures, telles que les roches cristallines (granite, gneiss, etc..) seront moins sensibles à l'érosion. De plus, les roches cristallines ne peuvent recéler que de faibles quantités d'eau à cause de leur faible porosité alors que dans les calcaires, on décèle de nombreuses fissures où l'eau peut pénétrer.

La géologie et l'écoulement de l'eau

L'influence de la géologie dans la modification du régime de l'écoulement d'un cours d'eau s'exerce de différentes manières. Toutefois, le rôle le plus important des formations géologiques est celui de pouvoir servir de réservoir souterrain. La capacité qu'ont certaines formations rocheuses d'emmagasinier l'eau souterraine, peut avoir un effet régulateur sur l'écoulement, c'est-à-dire réduire les débits de crue et augmenter les débits d'étiage.

La géologie et la composition chimique de l'eau

Les eaux de surface et souterraines peuvent exercer un effet de dissolution sur les roches; ce phénomène contribue à l'apport de certains éléments dans les eaux. C'est le cas des sulfates provenant de la dissolution des gypses et des anhydrites par les eaux souterraines. La dissolution des calcaires peut donner une eau chargée en calcium mais assez faible en fluor. D'autre part, l'acidité de certaines eaux pourrait être due au gaz carbonique libre provenant de terrains granitiques ou gréseux.

Les dépôts minéraux peuvent aussi influencer la qualité chimique de l'eau, les minerais de fer donneront une eau ferrugineuse, par exemple.

1.1.3 PEDOLOGIE

Méthode

A partir des cartes et des rapports énumérés à

l'annexe A, on déterminera les types de sol d'un bassin (les graviers, les sables, les loams, les argiles, les sols organiques et tourbeux) ainsi que leurs propriétés physiques et chimiques.

Les sols ont des propriétés fortement conditionnées par des facteurs d'ordre naturel, tels que les pentes, la couverture végétale, le volume et l'intensité des pluies. Ces sols sont, en effet, l'expression des conditions géologiques, climatologiques et orographiques et jouent un véritable rôle d'intermédiaire entre elles et les caractères hydrochimiques des eaux.

Les sols et l'eau

Les caractéristiques régionales des eaux sont généralement en rapport étroit avec les caractéristiques pédologiques des bassins versants. Les sols exercent une influence non seulement sur la pénétration des eaux dans le sous-sol mais également sur la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface. Aussi, il importe de connaître certaines caractéristiques telles que la capacité relative de rétention d'un sol ainsi que sa capacité d'échange d'ions. La capacité de rétention d'un sol sera déterminée par son degré de perméabilité alors que sa capacité d'échanges d'ions dépendra de sa composition physico-chimique en sables et en colloïdes organiques et inorganiques.

Les apports des sols en substances nutritives et autres éléments sont effectués par l'intermédiaire de l'érosion qui cause la sédimentation dans le fond des cours d'eau; les sédiments étant eux-mêmes les agents transporteurs de substances, nutritives et autres.

Pour évaluer du point de vue chimique, les apports dans le milieu aquatique provenant de différents type de sol, mentionnons que par exemple, les sols sablo-argileux auront de faibles teneurs en phosphore, les sols sableux, une faible teneur en azote et les glaises argileuses une forte teneur en azote. Les sols marécageux et tourbeux donneront des eaux acides, chargées en matières organiques.

Du point de vue biologique, l'érosion des sols aura des effets variés dépendant du type de matériel entrant dans l'eau. Un fond sableux sera stérile et non utile aux organismes aquatiques. Quant aux particules d'argile, elles peuvent être en suspension et réduire les populations de poissons. Si elles coagulent et précipitent, elles peuvent recouvrir les organismes aquatiques et réduire également ces populations. L'argile colloïdale, le long des baies peut être considéré comme un facteur majeur de pollution.

1.1.4 METEOROLOGIE

Méthode

On déterminera pour le bassin étudié, la pluviométrie annuelle, et les précipitations nivales. Pour les températures, on regardera la moyenne annuelle sur l'ensemble du bassin, les fluctuations annuelles, les extrêmes, le nombre de jours de gel, les dates de début et de fin de gel.

Le climat et l'eau

Le climat a une influence prépondérante sur le débit des cours d'eau. L'écoulement des cours d'eau est, en effet, conditionné par les facteurs climatiques suivants: la nature, l'intensité, la fréquence et la répartition saisonnière des précipitations, le rayonnement solaire, la température, la vitesse des vents, etc..

La température

La température joue un rôle hydrologique important, car c'est d'elle que dépend l'évaporation de même que la rétention ou la fusion nivale.

Les précipitations

Cependant, la puissance moyenne des cours d'eau dépend avant tout de l'abondance moyenne des précipitations. Les précipitations sur les points élevés des bassins sont plus abondantes que dans les régions de basses altitudes. Il faut également considérer le coefficient de niviosité, lequel exerce une influence sur le débit se manifestant surtout lors de la fonte des neiges. Les variations saisonnières des précipitations déterminent le régime de la rivière.

Les principaux effets des précipitations seront le ruissellement et l'infiltration. Le ruissellement, sera d'autant plus intensif que la pente sera forte et le couvert forestier peu abondant. Le ruissellement peut provoquer l'érosion des sols, c'est-à-dire le transport de sédiments vers les cours d'eau. Ainsi que nous l'avons mentionné à la section 1.1.3, les sédiments peuvent être les agents de transports des substances nutritives ou

autres. Quant à l'eau d'infiltration elle sert à alimenter les nappes d'eau souterraines.

Les précipitations peuvent influencer de façon encore plus directe, la qualité d'un cours d'eau. Pour une région comme le Québec, la part relative des éléments amenés directement par les précipitations peut être importante, d'où l'intérêt de procéder à une étude approfondie de la qualité des précipitations. En effet, on a constaté qu'une part abondante des ions dissous transportés provient des précipitations plutôt que de l'érosion. Pour les sulfates, les chlorures et les nitrates, c'est peut-être la majeure partie des éléments transportés qui proviendrait des précipitations.

On trouve également dans les eaux de pluie, des particules fines solides, minérales ou organiques provenant des balayages par la pluie des poussières en suspension dans l'air.

1.1.5 VEGETATION

Méthode

On recherchera le pourcentage de la superficie du bassin en forêts, la nature de la forêt (mixte, boréale, arctique), sa densité, et les principales espèces qui la constituent. On remarque qu'au Québec, les superficies forestières sont habituellement situées à la tête des bassins.

La végétation et l'eau

La végétation a une influence tant sur l'écoulement que sur la qualité de la ressource eau. Elle exerce aussi un contrôle sur l'érosion et aide à réduire les inondations en régularisant le débit.

Les précipitations

Selon Kittredge (1948), la présence du couvert forestier peut avoir un effet orographique et augmenter la précipitation jusqu'à 3% par rapport au terrain dénudé.

Lors de fortes précipitations, les forêts retiennent une bonne partie de l'eau, tandis que dans les terrains dénudés, la presque totalité de la précipitation ruisselle vers les cours d'eau en emportant la couche superficielle du sol. En forêt, au contraire, l'eau atteint le sol en s'infiltrant lentement, puis elle atteint la nappe phréatique et alimente régulièrement les cours d'eau.

Les espèces forestières

Notons que les différentes espèces forestières influencent de façon directe, l'interception de la pluie. Selon Molchanov (1960), les épinettes ont la plus grande capacité d'interception (37%) alors que celle des chênes est de 13% et celle des trembles de 11%.

La qualité de l'eau

En ce qui concerne l'effet de la végétation sur la qualité de l'eau, mentionnons qu'à peu d'exceptions

près, les ruisseaux et rivières dans les régions boisées sont relativement exempts de particules en suspension. C'est dans les régions forestières que sont enregistrées les pertes les plus basses en substances nutritives; elles peuvent être de 2 à 3 fois moins fortes que dans les régions de labours et de prairies. L'eau qui provient d'une forêt contient moins d'ammoniac que celle d'une terre cultivée; en conditions normales, cette eau est potable sans être traitée, contrairement à l'autre. Ceci nous amène à constater le rôle important que joue la forêt dans la purification de l'eau.

1.1.6 HYDROLOGIE

Méthode

A partir du Répertoire des Stations et de l'Annuaire Hydrologique, on déterminera les stations hydro-métriques du bassin dans les régions concernées. Les informations que l'on obtiendra pour ces stations sont les suivantes:

- débit moyen interannuel et débits mensuels de chaque année;
- débits maximum et minimum journaliers de l'année considérée et interannuels;
- débit spécifique interannuel.

On peut facilement déterminer les coefficients de débits mensuels (rapport débit du mois considéré/ débit mensuel moyen) qui définissent le régime de la rivière.

Il est essentiel de savoir si le débit est influencé à la journée ou même à la semaine; pour les gros barrages, il faudra se procurer les règles d'utilisation (auprès de l'Hydro-Québec, par exemple). Les dangers et les périodes d'inondations seront notés d'après les rapports du Bureau de la Statistiques.

Pour chaque bassin on aura avantage à dresser une carte complète des stations hydrométriques existantes. En l'absence de station hydrométrique, on procédera par simulation.

L'hydrologie et la qualité de l'eau

Les caractères hydrologiques d'un cours d'eau, c'est-à-dire les variations de son débit, ses périodes de crue et d'étiage, dépendent des facteurs naturels dont nous avons traité plus haut: relief, géologie, sols, climat, végétation. D'autre part, les caractères hydrologiques peuvent également servir à expliquer la qualité de l'eau. Ainsi, un gros débit peut signifier une plus grande dilution des substances nutritives ou au contraire un plus grand apport de solides en suspension et de sédiments à cause de l'érosion accrue. L'augmentation du débit peut également signifier un plus grand pouvoir d'autoépuration de la rivière.

1.2 ACTIVITES HUMAINES

Bien que les caractères naturels d'un bassin exercent une influence certaine sur la qualité des eaux, il est incontestable que ce sont les activités humaines qui auront les plus grandes conséquences sur le milieu aquatique.

En effet, les apports provenant des égouts domestiques ou urbains, des eaux résiduares industrielles, ainsi que des eaux de drainage agricole affecteront sûrement la qualité d'un cours d'eau et contribueront à sa détérioration.

Dans le but d'évaluer les apports provenant des activités humaines, on doit procéder d'abord à une estimation de la population d'un bassin puis étudier les principaux types d'utilisation du sol du bassin: urbanisation, industrie, agriculture et récréation.

1.2.1 POPULATION

Méthode

On évalue d'abord la population du bassin ainsi que celle de chaque sous-bassin; on identifie les principaux centres urbains (villes de plus de 5,000 habitants) et les régions rurales; puis, l'on tente d'établir des perspectives démographiques pour l'ensemble du bassin.

Au chapitre 2, nous tenterons d'évaluer les apports provenant de la population par l'analyse des eaux d'égouts domestiques ainsi que les apports provenant des eaux de ruissellement des villes et des routes. Cette évaluation s'effectuera par des bilans théoriques des charges en substances nutritives par habitant.

Evaluation de la population d'un bassin

Pour évaluer la population d'un bassin, on doit d'abord identifier toutes les municipalités comprises à

l'intérieur des limites de ce bassin. La carte des Limites Municipales du Ministère des Terres et Forêts permet de mieux visualiser le territoire des municipalités du bassin et de déterminer quelles municipalités en font partie. Notons que le terme "municipalité" englobe les cités, les villes, les villages, les paroisses, les cantons ainsi que les municipalités sans désignation.

Il s'agit alors de relever le nom de ces municipalités et de rechercher la population correspondante à chacune d'elles dans le Recensement du Canada ou dans le Répertoire des Municipalités du B.S.Q. afin d'en faire le total.

La Carte de la Répartition de la Population du Québec réalisée par l'Institut de Géographie de l'Université Laval date déjà de 1961 mais elle nous donne une bonne idée des régions les plus densément peuplées et des agglomérations urbaines du bassin.

Perspectives démographiques

Pour ce qui est des perspectives démographiques, nous disposons des résultats des Analyses Démographiques effectuées par la Division de la Démographie du Bureau de la Statistique du Québec. Ces analyses sont basées sur des séries statistiques observées depuis plusieurs années; les extrapolations ont été faites en fonction de phénomènes jugés responsables de l'évolution tels que la mortalité, la fécondité et la migration. Les perspectives de population ont été établies par comtés pour les années 1976-81-86-91-96 et 2,001.

Il faut noter que ces prévisions ont été établies

à l'échelle de comtés entiers et que dans la plupart des cas, seule une partie de ces comtés fait partie d'un bassin. Pour connaître l'accroissement réel de la population du bassin seulement, il s'agirait d'appliquer à chacune des municipalités du bassin les taux de fécondité, mortalité et migration qui ont été calculés pour les comtés dont elles font partie. On devrait également tenir compte d'une variable importante: la possibilité d'implantation de nouvelles industries qui peut influencer fortement le taux d'accroissement de la population d'une municipalité.

L'analyse des perspectives démographiques nous permet d'évaluer les besoins futurs en eau ainsi que la quantité de déchets (substances nutritives, etc.) qui seront évacués par les populations futures. Ces perspectives peuvent servir à assurer une meilleure gestion de la ressource eau, permettant d'en protéger la qualité pour les années à venir. On pourra prévoir des usines d'assainissement de l'eau là où les accroissements de population seront les plus importants.

Les égouts domestiques

Il convient de mettre en relation directe l'étude de la population et l'analyse des eaux d'égouts domestiques. Il faut donc, en milieu urbain, localiser et quantifier les effluents d'égouts domestiques (sanitaires et combinés) dans une municipalité, et évaluer la population desservie par chacun d'eux. En milieu rural, les eaux usées domestiques étant disposées d'une autre façon (fosses septiques, rejets directs à la rivière), les estimations sont plus difficiles. Toutefois, la densité de population étant moins élevée, les apports hu-

mains sont moins importants et plus dilués.

1.2.2 PROBLEMES SPECIFIQUEMENT URBAINS

En milieu urbain, en plus des eaux usées domestiques et industrielles, les égouts recueillent les eaux de ruissellement. Ces eaux s'écoulent à la surface des rues, des routes et de tout le territoire urbanisé, principalement lors des orages, des pluies, de la fonte des neiges ou encore à la suite de l'arrosage des rues lorsqu'on procède à leur nettoyage.

Les eaux de ruissellement de surface peuvent être recueillies dans des égouts de type combiné (sanitaires et pluviaux à la fois) ou encore dans des égouts de type séparé (égouts sanitaires et pluviaux distincts). Il arrive également que les eaux de ruissellement ne soient pas recueillies dans les égouts mais qu'elles parviennent à un cours d'eau récepteur par écoulement naturel ou en s'écoulant dans les fossés, le long des routes, par exemple.

On a longtemps cru que les eaux d'égouts pluviaux étaient beaucoup plus pures que les eaux d'égouts sanitaires. Mais des études (voir section 2.3.2) ont prouvé qu'au contraire, les égouts pluviaux contenaient un grand nombre de substances pouvant contribuer à la pollution urbaine.

Méthode

Dans le but de procéder à une évaluation de l'impact des eaux de ruissellement urbain sur la qualité du milieu aquatique, les recherches devront s'o-

rienter vers certains points particuliers dont les principaux sont les suivants:

- a) les relations existant entre les différents types d'utilisation du territoire urbain (résidentiel, commercial, industriel) et la présence de matière polluantes dans les eaux de ruissellement;
- b) la présence de métaux lourds dans les eaux de ruissellement des routes, en particulier le plomb provenant de l'essence des automobiles;
- c) les effets sur la qualité de l'eau, des sels de déglacage (chlorures de sodium, etc...) appliqués sur les rues et les routes pendant l'hiver;

Afin d'étudier tous ces aspects, il serait opportun d'obtenir certaines informations sur les municipalités du bassin.

Ces informations concerneraient les points suivants:

- superficie urbanisée (ou développée) des municipalités et leur densité de population;
- longueur des rues et des routes pavées;
- densité de la circulation;
- utilisation du territoire urbain: la superficie des aires résidentielles, commerciales ou industrielles;
- les types d'égouts municipaux: système combiné (é-

- gouts pluviaux et sanitaires) ou système séparé (égouts pluviaux et sanitaires distincts);
- la topographie des villes (nombre et inclinaison des pentes). Le ruissellement des villes à topographie plane telles que Drummondville, n'aura pas la même intensité que celui des villes en pentes telles que Québec et Sherbrooke. Ces dernières nécessiteront également une plus grande quantité de sels de déglacage en hiver;
 - nature et quantité des sels de déglacage utilisés par municipalité, par hiver. On utilise généralement des chlorures de sodium; toutefois, lorsque les températures sont inférieures à 6⁰F, on utilise des chlorures de calcium auxquels on mélange du sable. Quant à la quantité de sels utilisés, elle dépendra également des conditions météorologiques (épaisseur des précipitations neigeuses, température) mais aussi de la topographie (degré des pentes) et de l'intensité de la circulation routière locale;
 - le lieu et le mode de disposition des neiges usées dont les principaux sont les suivants:
 - a) déchargement direct dans un cours d'eau, (c'est souvent le cas des petites villes);
 - b) entassement dans des dépotoirs à neige;
 - c) évacuation vers une fondeuse à neige qui se déversera ensuite dans un égout pluvial municipal;
 - d) déchargement direct dans un égout municipal;
 - e) soufflage sur les terrains adjacents aux rues lorsque la chose est possible; exemples: dans les secteurs résidentiels.

Une partie des informations concernant ces points seront fournies par les documents énumérés à l'annexe A, notamment par l'inventaire de l'A.Q.T.E. de même que par les "Renseignements Statistiques - Municipalités du Québec" du B.S.Q. qui contiennent des données sur la superficie développée d'une municipalité; sur la longueur des conduits des égouts sanitaires, pluviaux ou combinés; sur la longueur totale des voies publiques; sur l'enlèvement de la neige (chaussée déblayée en milles) etc... On pourra en certains cas, compléter les informations manquantes en consultant les ingénieurs municipaux qui pourront renseigner sur le lieu et le mode de disposition des neiges usées, etc...

1.2.3 AGRICULTURE

Méthode

Pour l'étude de l'agriculture d'un bassin, il faut d'abord recueillir des données sur les sujets suivants:

- localisation des zones agricoles;
- nombre et superficie des fermes;
- superficie occupée par les principales cultures;
- cheptel (nombre et espèces d'animaux gardés sur la ferme);
- quantité de chaux et d'engrais chimiques utilisés;
- quantité de pesticides utilisés.

On consultera les sources de renseignements sui-

vantes: les cartes des Possibilités Agricoles des Sols émises par l'Inventaire des Terres du Canada, les statistiques du Recensement du Canada, ainsi que celles du Bureau de la Statistique du Québec et enfin les études régionales du ministère de l'Agriculture du Québec.

Localisation des meilleures zones agricoles

Les cartes des Possibilités Agricoles des sols permettent de localiser les zones offrant les meilleurs potentiels agricoles. Les sols sont subdivisés en 7 classes et 13 sous-classes selon leurs aptitudes ou limitations en nature de production agricole. Ainsi, les sols des trois premières classes se prêtent aux cultures ordinaires à rendement continu alors que ceux de quatrième classe sont de fertilité médiocre pour l'agriculture à rendement continu. Le tableau 1.1 présente la classification des sols selon leurs aptitudes à la production agricole.

Utilisation de la terre et production agricole

Après avoir localisé les meilleures zones agricoles d'un bassin, il est nécessaire de connaître l'utilisation de ces terres agricoles, c'est-à-dire les différents types de culture ou d'élevage qui y sont pratiqués. La connaissance des revenus tirés des différents modes d'exploitation agricole nous permettra également d'évaluer l'importance de chaque type d'utilisation agricole.

On consultera les statistiques du Recensement du Canada, section Agriculture. Ces statistiques nous

TABLEAU 1.1

CLASSIFICATION DES SOLS SELON LEURS APTITUDES A LA PRODUCTION AGRICOLE	
Classe 1:	Aucune limitation importante à la culture
Classe 2:	Limitations qui restreignent quelque peu le choix des cultures possibles ou exigent l'application de mesures ordinaires de conservation.
Classe 3:	Limitations modérément graves qui restreignent le choix des cultures ou imposent des méthodes spéciales de conservation.
Classe 4:	Graves limitations qui restreignent le choix des cultures ou imposent des méthodes spéciales de conservation.
Classe 5:	Limitations très graves. Sols ne convenant qu'à la production de plantes fourragères vivaces mais susceptibles d'amélioration.
Classe 6:	Sols lourdement limités. Sols inaptes à produire d'autres plantes que des plantes fourragères vivaces et non susceptibles d'amélioration.
Classe 7:	Sols inutilisables pour la culture ou pour les plantes fourragères vivaces.
Classe 0:	Sols organiques non inclus dans le système de classement.
SOUS-CLASSES - DESIGNANT LES FACTEURS LIMITATIFS AU SEIN DES CLASSES	
C	: Climat défavorable.
D	: Structure indésirable ou lente perméabilité du sol
E	: Erosion.
F	: Basse fertilité.
I	: Inondations causées par des cours d'eau ou des lacs.
M	: Manque d'humidité.
N	: Salinité.
P	: Sols pierreux.
R	: Roc solide.
S	: Caractères défavorables des sol..
T	: Relief
W	: Surabondance d'eau.
X	: Effet cumulatif de plusieurs désavantages mineurs.

renseignent sur la population agricole, le nombre et la superficie des fermes; l'utilisation de la terre agricole (en acres); les grandes cultures (en acres); le bétail et la volailles (nombre de têtes) dans les fermes de recensement de même que sur la valeur des produits agricoles vendus par comté ou par municipalité. La plupart des données dans le rapport du recensement sont compilées à l'échelle des comtés mais certaines d'entre elles sont disponibles à l'échelle des municipalités, ce qui facilite leur manipulation pour l'étude d'un bassin. Notons que les recensements du Canada ne sont effectués qu'à tous les cinq ans.

Les Statistiques Agricoles du Bureau de la Statistique du Québec fournissent à peu près les mêmes renseignements que Statistique Canada mais elles fournissent également des données complémentaires sur les produits végétaux, exemple: production (en boissaux) du maïs-grain et de pommes, par comté. Ces statistiques qui paraissent annuellement depuis 1968, ont l'avantage de fournir des données plus récentes, chaque année. Dans les rapports du B.S.Q., les statistiques sont publiées à l'échelle de régions agricoles ou de comtés, mais certaines données sont disponibles sur demande à des échelles plus petites: municipalités ou secteurs de recensement.

Utilisation d'engrais chimiques et de pesticides

Quant aux statistiques concernant l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides, elles ne sont pas toujours disponibles à petite échelle (municipalités), ce qui rend plus difficile l'estimation des quantités

utilisées dans un bassin. Le recensement du Canada de 1971 - Agriculture présente toutefois une section où l'on peut trouver des données par comté, sur l'utilisation d'engrais commercial dans les fermes de recensement, sur les cultures fertilisées (en acre) et sur la valeur de l'engrais commercial acheté en 1970. Une autre section fournit des données sur la pulvérisation et le poudrage de pesticides dans les fermes de recensement, c'est-à-dire la superficie où l'on a appliqué, en 1970, des produits chimiques de pulvérisation ou de poudrage sur le sol ou sur les cultures 1) contre les insectes et les maladies 2) contre les mauvaises herbes et les broussailles. Notons que l'on peut obtenir de Statistique Canada (sur demande spéciale), des dernières données à l'échelle des municipalités. Le Bureau de la Statistique du Québec, pour sa part, nous renseigne sur les quantités (en tonnes) de substances fertilisantes et d'engrais composés vendus dans la province de Québec, par comté et par région agricole.

Impact global

L'analyse des données recueillies nous permet d'évaluer l'impact des activités agricoles sur la qualité de l'eau. Nous pouvons avancer au départ que celle-ci est fortement conditionnée par trois facteurs principaux: 1) le fumier en provenance de l'élevage des animaux 2) l'utilisation d'engrais artificiels 3) l'utilisation de produits pesticides. Aussi, toutes les recherches dans le domaine de l'agriculture doivent-elles être orientées de façon à obtenir le plus de données concernant ces trois causes de pollution agricole.

1.2.4 INDUSTRIE

Méthode -----

La liste complète des industries manufacturières d'un bassin versant s'obtient facilement en utilisant la copie sur ruban magnétique de l'annuaire Scott. En effet, ayant dressé la liste des municipalités du bassin pour en déterminer la population, il suffit de fournir cette liste à l'ordinateur qui pourra dès lors dresser la liste des industries de ces municipalités, les produits fabriqués, le nombre d'employés et tous les renseignements d'ordre général tels que l'adresse, les compagnies associées, les noms du personnel de cadre, etc... Ce ruban Scott est disponible depuis mars 1973 et la compagnie Scott peut fournir les programmeurs pour accommoder les utilisateurs.

Cette liste d'industries est dressée en regroupant les industries par grandes classes, lesquelles peuvent varier d'un bassin à l'autre (ainsi, il n'y a pas d'industrie du pétrole sur le bassin de la Yamaska). Elle comprend aussi la somme du nombre d'employés par classe et par municipalité.

Par représentation graphique, cette méthode illustre bien le type d'industrie dominant dans le bassin. Une relation consommation-employé a déjà été compilée par l'INRS-Eau (1973) et est disponible pour certains types d'industries en gal./jr/employé.

Cependant, ces coefficients sont très imprécis. Pour un même type d'industrie, ils dépendent, entre autre, du type de procédé, de son ancienneté et de la production.

Il est pratiquement indispensable, afin d'obtenir une image valable de la consommation industrielle sur un bassin, de visiter toutes les industries importantes (soit pour le nombre d'employés, soit pour la qualité des effluents, soit parce qu'on ignore les caractéristiques de ce type d'industrie), et de remplir, en compagnie de membres compétents et informés du personnel, un questionnaire qualitatif et quantitatif sur leur consommation et leurs rejets d'eau.

Une étude détaillée de ce type menée sur plusieurs bassins démontrerait, après étude de corrélation, la validité de certains coefficients de consommation.

Une autre façon d'obtenir ces résultats serait de modifier sérieusement le questionnaire de Statistique Canada pour le recensement annuel des manufactures (formule RM 6506 -xxx), et de tâcher d'obtenir à la question 5.30, la consommation réelle de l'industrie ainsi que certaines précisions sur les rejets. Pour la quantité, la façon dont le questionnaire de 1971 est construit donne tout de même l'ordre de grandeur de la consommation et peut être utilisé, faute de mieux.

Toutefois, on notera que la méthode d'application des données concernant l'industrie comporte certaines limites, les renseignements désirés étant souvent incomplets ou confidentiels. Un inventaire détaillé des industries du bassin à l'étude est souhaitable mais représente un travail considérable.

1.2.5 RECREATION

Méthode

Localisation des zones offrant de bonnes possibilités pour la récréation.

Ainsi que nous l'avons fait pour l'agriculture, il s'agit d'abord de localiser dans un bassin, les zones offrant les meilleures possibilités récréatives. Les cartes du potentiel récréatif des terres, effectuées par l'Inventaire des Terres du Canada, nous renseignent sur les aptitudes et les ressources qu'une portion de territoire offre pour l'aménagement de sites de plein air. Les terres ont été classifiées selon leurs aptitudes naturelles pour la récréation en 7 classes et en 25 sous-classes, les 25 sous-classes correspondant à 25 types d'activités différentes telles que pêche, baignade, camping, etc... Le tableau 1.2 donne la liste des classes et sous-classes des possibilités des terres pour la récréation. Ainsi, prenons l'exemple des sous-classes A (pêche à ligne) et B (plage). Une terre cotée 2A pourrait signifier qu'il s'agit d'un lieu offrant de bonnes possibilités pour la pêche. La classification 2B pourrait représenter une plage exceptionnelle où les possibilités de natation seraient cependant limitées à cause de l'eau froide. Notamment, en ce qui concerne les plages, on trouve dans le rapport intitulé Potentiel des Terres à des fins récréatives, un tableau des restrictions du potentiel des plages, (voir tableau 1.3).

Notons que les cartes de l'Inventaire des Terres du Canada nous renseignent uniquement sur les possibilités récréatives d'une région, ce qui ne signifie pas né-

LES CLASSES DE POSSIBILITES POUR LA RECREATION DE PLEIN AIR

Classe 1: Potentiel exceptionnel	Classe 4: Possibilités moyennes
Classe 2: Excellentes possibilités	Classe 5: Potentiel assez faible
Classe 3: Bon potentiel	Classe 6: Possibilités faibles

Classe 7: Très faibles possibilités pour la récréation

LES SOUS-CLASSES DE POSSIBILITES POUR LA RECREATION

SYMBOLES

A: Pêche à la ligne
B: Plage
C: Canotage
D: Eau profonde le long des rives
E: Végétation particulière
F: Chutes et rapides
G: Glacier
H: Sites historiques
J: Ramassage et collections
K: Zone propice au camping
L: Formation géomorphologique
M: Agglomération de petites étendues lacustres
N: Villégiature
O: Faune terrestre
P: Paysage agraire
Q: Paysage naturel
R: Formation rocheuse
S: Zone propice au ski.
T: Sources thermales
U: Zone de navigation en eau profonde
V: Point d'observation panoramique
W: Faune aquatique
X: Activités diverses
Y: Navigation de plaisance
Z: Grands ouvrages construits par l'homme

TABLEAU 1.3

RESTRICTIONS DU POTENTIEL DES PLAGES							
	0	1	2	3	4	5	6
QUALITE DE L'EAU		← D'ALGUES NORMALE →	← FORTE CONCENTRATION D'ALGUES →				
		← EAU TROUBLE (non polluée) →	← OBSTACLES IMMERGES (aucun danger) →			← POLLUTION (limitation selon la prédominance et le danger) →	
			← EAU FROIDE (limite la natation) →		← EAU FROIDE (limite la baignade) →		← EAU TRES FROIDE (en écarte l'usage) →
DIVERS			← PLAGE EXPOSEE (limitation selon la prédominance) →				
DANGERS				← PENTES, COURANTS OU COURANTS DE FOND DANGEREUX (limitation selon la prédominance) →			
PENTES (conditions générales)		8%	moins de 1%	10%	12%	15%	plus de 15%
MATERIAUX CONSTITUANTS (confort & danger)		← CAILLOUX →					
		GALETS SUR ARGILE STABLE GROSSEUR D'UN POIS	(selon confort pour la marche) GRAVIER	ROCHE EN PLACE LISSE	SOLS DE BLOCS ROCHE EN PLACE INEGALE		ROCHES DECHIQUETEES DE GROSSEURS INEGALES
ZONE D'AMENAGEMENT		BLOCS NOMBREUX	DUNES ACTIVES MATERIAU DE COUVERTURE MEDIOCRE SEULEMENT 50% DE LA ZONE	TRES ROCAILLEUX	SOL DE BLOCS		ZONE D'AMENAGEMENT MINIMALE
DIFFICULTES D'ACCES		LEGERES	NORMALES	GRANDES			TRES GRANDES
	0	1	2	3	4	5	6

INSTRUCTIONS:

1. Etablir la valeur de chaque limitation.
2. Valeur globale des limitations: valeur 2-----déclasser de 1 classe
4-----déclasser de 2 classes
6-----déclasser de 3 classes
8-----déclasser de 4 classes
8+-----chercher d'autres possibilités
3. Directives générales seulement. Ne pas déduire de point complet pour facteurs superposés (ex. plage exposée & eau très froide; obstacles immergés & forte concentration d'algues).
4. La présence d'autres possibilités récréatives peut annuler un facteur limitatif.

cessairement que cette région est développée et dotée d'équipements récréatifs.

Equipements existant pour la récréation

Pour connaître les activités et équipements récréatifs d'un bassin, on consultera les cartes des Equipements et Ressources touristiques du Québec, publiée par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Ces cartes représentent à l'aide de symboles appropriés, les différents types d'hébergement, d'équipements sportifs et culturels, ou de curiosités intéressantes: plages publiques, ports de plaisance, golfs, hôtels, motels, terrains de camping, sites historiques etc...

Villégiature et Camping

On localisera d'abord les principales zones de villégiature, c'est-à-dire les sites où l'on trouve des chalets, terrains de camping, hôtels permettant l'hébergement de la population en saison touristique. D'après le nombre de chalets, d'emplacements de camping, etc., il est possible d'obtenir une certaine évaluation du surplus de population dans un bassin, induit par les loisirs.

Plages et baignade

Le ministère des Affaires Sociales, Division Génie Sanitaire, a effectué des analyses bactériologiques de l'eau de plusieurs plages de la Province. Les plages analysées ont été classifiées en 4 classes: A, B, C, D, selon le taux de bactéries coliformes contenues dans leurs eaux.

Pêche sportive

On consultera d'abord les cartes de potentiel pour la pêche sportive émises par le Service des Etudes et Inventaires biophysiques de l'O.P.D.Q. Ces cartes sont disponibles pour tous les bassins hydrographiques du Québec méridional. Précisons que ces cartes ont été faites en fonction de la qualité de l'eau des rivières et ne représentent que la possibilité des eaux à faire vivre certaines espèces de poissons. Le tableau 1.4 donne la liste du classement du potentiel des eaux pour la pêche qui a été subdivisé en 4 classes et 8 sous-classes.

Le Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche a publié une brochure intitulée "Accès Publics à la Pêche" dans laquelle on énumère les espèces de poissons des lacs et rivières de la Province. Le Service de la Faune du même ministère peut nous donner de plus amples renseignements sur la distribution géographique des principales espèces de poissons des rivières du Québec.

Navigation de plaisance

On trouvera la liste des ports de plaisance du Québec et les services que chacun de ceux-ci offre dans une brochure intitulée "Navigation de Plaisance" publiée par le Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche.

TABLEAU 1.4

CLASSES DU POTENTIEL DES EAUX POUR LA PECHE	
1.	Eaux où rien ne vient notablement entraver la vie des poissons combattifs. Les eaux de la classe 1 sont fertiles, chaudes, bien oxygénées et exemptes de turbidité inorganique; elles sont peu profondes ou possèdent des zones de hauts-fonds suffisantes.
2.	Eaux où peu de chose vient entraver la vie des poissons combattifs. Les eaux de la classe 2 renferment de bonnes réserves d'éléments nutritifs. Les légères limitations sont causées par des facteurs physiques et/ou chimiques.
3.	Eaux où certains facteurs viennent quelque peu entraver la vie des poissons combattifs. Les eaux de la classe 3 renferment des réserves relativement faibles d'éléments nutritifs; les limitations qu'elles présentent à la survie des poissons combattifs varient de moyennes à graves.
4.	Eaux où certains facteurs viennent entraver gravement la vie des poissons combattifs. Les eaux de la classe 4 ne renferment que peu d'éléments nutritifs et présentent de graves limitations à la vie des poissons combattifs.
SOUS-CLASSES	
D	PROFONDEUR - comprend les facteurs limitatifs résultant de la profondeur moyenne, de la configuration du littoral ou de la forme de la cuvette.
E	COURANT - comprend l'irrégularité du courant, les variations du niveau de l'eau ou du débit.
L	PENETRATION DE LA LUMIERE - sert à indiquer la turbidité inorganique.
N	ELEMENTS NUTRITIFS - insuffisance d'éléments nutritifs dans l'eau.
O	OXYGENE - insuffisance d'oxygène dissoute pendant toutes les saisons de l'année. Les cas extrêmes de manque d'oxygène se traduisent par la mort de populations de poissons au cours de l'hiver ou de l'été.
T	TEMPERATURE - température de l'eau de surface trop basse ou stratification thermique défavorable.
S	FACTEURS PARTICULIERS - limitations moyennement graves causées par un seul facteur ou l'effet cumulatif de deux ou plusieurs facteurs défavorables qui peuvent influencer sur le classement. On compte parmi ces facteurs: une faible longueur de rive par rapport à la superficie totale, un déséquilibre ionique et certaines particularités physiques, absence de zones propices au frai, par exemple.

La Récréation et la qualité de l'eau

Etant donné le fait que plusieurs activités récréatives sont reliées directement à la présence de l'eau, on ne saurait trop souligner l'importance du milieu aquatique dans les loisirs.

La récréation peut être une source supplémentaire d'apports en substances nutritives causée par l'accroissement temporaire de la population durant les périodes de loisirs, saison estivale surtout. A ces apports accrus en substances nutritives provenant des rejets domestiques des chalets, terrains de camping ou hôtels, il faut ajouter les apports en hydrocarbures provenant des embarcations de plaisances motorisées.

En effet, les moteurs à essence des embarcations peuvent grandement affecter la qualité d'un cours d'eau d'abord, en déposant une pellicule d'huile à la surface de l'eau pouvant entraver les échanges d'oxygène entre l'atmosphère et le milieu aquatique, ensuite en créant dans l'eau une turbulence qui soulève les sédiments et les remet en suspension dans l'eau.

Mais plus encore que de contribuer à la détérioration de la qualité de l'eau, la récréation elle-même aura à souffrir d'une mauvaise qualité de l'eau. En effet en plus de l'aspect esthétique d'un cours d'eau qui peut être grandement affecté, certaines activités récréatives telles que pêche et baignade pourront être largement limitées du fait que la qualité de l'eau aura été détériorée par d'autres activités humaines (agriculture, industrie) s'exerçant en amont du bassin.

1.3 CONCLUSION

Ce premier chapitre visant à donner une idée générale des caractéristiques physiques et humaines du bassin et à établir quelques relations qualitatives entre ces sources d'apports et la qualité de l'eau. Il constituait la première étape de connaissance du problème, en quelque sorte l'inventaire des informations nécessaires aux étapes plus quantitatives qui seront développées aux chapitres 2 et 3.

La connaissance des caractéristiques physiographiques et des données générales de population, d'agriculture et d'industries peuvent déjà donner une idée globale des concentrations que l'on retrouvera dans le milieu aquatique.

CHAPITRE 2

PRODUCTEURS ET APPORTS SPECIFIQUES

CHAPITRE 2

PRODUCTEURS ET APPORTS SPECIFIQUES

2.1 INTRODUCTION

Après sa précipitation, l'eau chemine dans les différents éléments du cycle hydrologique sous l'action des lois physiques dont la gravité. Au cours de ce cheminement, cette eau va se charger, en voyageant de parcelle en parcelle, de phase en phase hydrologique de substances produites ou générées par les activités et la population que supporte ce territoire.

C'est ce cheminement que nous désirons suivre et évaluer au cours de ce chapitre et au chapitre 3.

Soient les corps X et Y que nous désirons suivre; il va falloir définir pour chaque parcelle du territoire:

- 1) le vecteur des producteurs P_1, P_2, P_N susceptibles de produire les corps X et Y;
- 2) la matrice des productivités spécifiques c'est-à-dire le tableau des masses de X et Y produites par unité de producteur P_1, P_2, P_N par jour.

- Exemple de vecteur des producteurs

(P_1, P_2, P_3) = (population humaine, culture de maïs, production de pâtes et papiers, etc.

- Exemple de matrice des productivités spécifiques

$$(M) = \begin{bmatrix} \text{production par jour de X} \\ \text{production par jour de Y} \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{par homme, par} \\ \text{acre de maïs, par} \\ \text{tonne de papier, etc.} \\ \\ \text{par homme, par} \\ \text{acre de maïs, par} \\ \text{tonne de papier, etc.} \end{array}$$

On voit donc que, connaissant le vecteur des producteurs pour une parcelle, on pourra connaître la masse totale de X et de Y disponibles au transport - et aux réactions - à partir de cette parcelle.

2.2 PRODUCTEURS

Il est évident que les producteurs à considérer dépendent des corps dont on veut suivre l'évolution.

Parmi les plus importants corps chimiques, on peut considérer:

- a) Carbone total, Azote total, Phosphore total...
- b) Nitrates - Phosphates...
- c) Mercure - Plomb - Cuivre...
- d) Cobalt, Molybdène...
- e) Aldrine, DDT, Atrazine...

Certains autres paramètres ont été éliminés soit à cause des difficultés d'analyse, soit à cause de la non-répétabilité des résultats. C'est ce qui a amené la disparition, à

cette étape, de paramètres "classiques" comme la DBO et la DCO que l'on retrouve intégrés sous la forme de Carbone total.

Les producteurs retenus sont ceux qui ont été passés en revue dans la chapitre 1. Ils devront être chiffrés dans chaque parcelle élémentaire.

2.3 APPORTS SPECIFIQUES

Les producteurs et les produits (paramètres) ayant été sélectionnés, il convient maintenant de construire la matrice des productivités spécifiques, c'est-à-dire la production, par unité de producteur, de chacun des produits. Cette matrice permettra d'évaluer les quantités produites par chaque parcelle.

Pour cela, on se réfère à la littérature et, en cas d'absence de renseignements, on peut envisager des mesures directes.

La suite de ce chapitre donne un aperçu des renseignements quantitatifs actuellement en notre possession et provenant des producteurs définis au chapitre 1; il montre également les lacunes à combler en ce domaine. Les tableaux correspondant à ce chapitre ont été placés à l'annexe B. Ces tableaux présentent des données numériques relatives aux producteurs et aux apports spécifiques. Notons que certains de ces tableaux ont été empruntés au Tome 1 du présent ouvrage.

2.3.1 Les apports provenant de la population humaine

Les relevés de qualité des rivières démontrent que les rivières très polluées sont associées aux aires

les plus densément peuplées. On peut donc établir une relation directe entre l'étude de la population et l'analyse des eaux d'égouts domestiques.

Le tableau B.1 présente les résultats d'études effectuées pour déterminer les principales caractéristiques des eaux d'égouts sanitaires. On constate dans ces eaux la présence de substances nutritives (azote et phosphore) provenant soit des excréments humains, soit des utilisations domestiques de l'eau où les détergents jouent à l'heure actuelle un rôle essentiel (apports de phosphates).

On a coutume de caractériser les eaux résiduaires à l'aide d'une valeur dite charge unitaire par habitant. Elle se base sur l'état de la consommation en oxygène (D.B.O. et D.C.O.) mais elle tient compte aussi d'autres facteurs tels que les substances nutritives: azote et phosphore.

Plusieurs auteurs ont tenté d'établir des charges unitaires par habitant. Les apports physiologiques de base per capita en azote et en phosphore en provenance des excréments humains ont été évalués par l'analyse directe des excréments humains. Selon Van Duran (1948), le poids annuel global des excréments per capita est de 485 Kg (1.33 Kg/cd^{*}), dont 48 Kg (0.13 Kg/cd) sous forme solide et 437 Kg (1.2Kg/cd) sous forme liquide. Dans le poids sec global (34.4 ou 0.094 Kg/cd), 5.2 Kg (14g/cd) constituent de l'azote et 0.52 Kg (1.4 g/cd) du phosphore. (Tableau B.2).

* cd: per capita per diem
(par habitant, par jour).

On a, par la suite, calculé des valeurs per capita en azote et en phosphore à partir des eaux usées. Ces valeurs dépendent évidemment du fait que les eaux usées sont traitées ou non traitées. Le tableau B.3 nous donne les valeurs des apports per capita de phosphore et d'azote en provenance des eaux domestiques traitées et non traitées (Vollenweider, 1968).

On peut tirer deux constatations essentielles de ce tableau:

- 1- Les apports effectifs per capita en azote et en phosphore varient énormément selon les endroits. Pour retenir une valeur de base, il faut tenir compte des conditions locales.
- 2- Les apports en azote sont en meilleure concordance avec les valeurs physiologiques de base que les apports en phosphore. Ce phénomène démontre que les eaux domestiques usées ne contiennent pas d'azote en provenance d'autres sources que des excréments.

Les apports en azote et phosphore peuvent être également calculés par unité de superficie sur base régionale. Le tableau B.4 rend compte des quantités en tonnes, en azote et en phosphore, par km^2 /année rapportées à la densité moyenne de la population. Pour l'azote, on a pris comme base d'apport une valeur de 12 g/cd et pour le phosphore, on a retenu 3 valeurs: 1.5 (valeur de base physiologique) 2.25 et 3g/cd (valeur de base physiologique plus autres apports).

Quant au problème des détergents, on peut dire

que malgré les renseignements dont on dispose sur leur consommation, il n'est pas possible de dire elle est leur contribution dans l'augmentation de la teneur en phosphore des eaux usées que l'on constate partout depuis leur apparition. Comme autres sources d'apport en phosphore, mentionnons: le traitement des eaux de citerne par le phosphate destiné à adoucir les eaux et l'utilisation de phosphates et polyphosphates dans les techniques de l'alimentation.

2.3.2 Apports spécifiquement urbains

- Caractéristiques générales des eaux de ruissellement urbain

Les eaux de ruissellement urbain ne possèdent pas les mêmes caractéristiques que les eaux des régions forestières ou agricoles. Selon Sylvester (1961), les eaux résiduaires des routes contiendraient environ quatre fois plus d'azote et environ deux fois plus de phosphore que l'eau courante des régions forestières (voir tableau B.5).

Les écoulements des villes peuvent donc apporter à un effluent des quantités considérables de matières nutritives, même si les eaux domestiques normales sont séparées grâce à un système de recyclage ou à des stations d'épuration. Le tableau B.6 présente les principales caractéristiques des eaux d'égouts pluviaux établies à partir d'études de quelques auteurs.

D'autre part, une étude effectuée par l'EPA (1972) révèle que les eaux de ruissellement des rues se-

raient similaires en plusieurs points à l'eau des égouts sanitaires. Certaines estimations indiquent même que le ruissellement des rues après un orage assez fort pourrait contribuer à la charge totale encore plus que les égouts sanitaires de la même ville pendant la même période de temps. Le tableau B.7 indique la quantité de matières polluantes provenant d'une cité fictive.

On a de plus, analysé les principales substances polluantes se trouvant dans les eaux de ruissellement de 10 villes américaines. Les principales substances identifiées sont inorganiques d'aspect minéral et similaires au sable et au limon. Cette matière inorganique ne constitue pas un polluant sérieux en soi mais elle est accompagnée de matières organiques qui ne sont toutefois présentes qu'en plus faible quantité. Cependant, le tableau B.8 montre que des quantités significatives de métaux lourds furent décelées dans les eaux de ruissellement de ces 10 villes, le plomb et le zinc étant les plus abondants. Des quantités substantielles de pesticides organiques furent également trouvées parmi les matières polluantes des eaux de surface: hydrocarbures chlorés p.p - DDD et p.p DDT ainsi que P.C.B. (biphenyl polychloré).

Notons que de façon générale, la quantité de matières polluantes présentes dans les eaux de ruissellement de surface dépendra de plusieurs facteurs tels que l'utilisation du territoire urbain environnant, l'intensité et le caractère de

la circulation locale, la saison de l'année, la longueur de temps écoulé depuis le dernier nettoyage des rues (par balayage intentionnel ou par pluie), etc...

- L'utilisation du territoire urbain et son impact sur la qualité de l'eau de ruissellement

Nous possédons quelques données permettant de quantifier les matières polluantes dans les eaux de ruissellement des rues en fonction de chaque type d'utilisation du territoire: zones résidentielles, commerciales et industrielles.

Le tableau B.9 démontre que généralement les zones industrielles ont des charges polluantes plus élevées qu'ailleurs. Tous les sites industriels échantillonnés produisent une moyenne de 2800 lbs de solides totaux par mille de bordure de route, c'est-à-dire deux fois la quantité moyenne des zones résidentielles. Les zones commerciales ont des charges polluantes beaucoup plus faibles que la moyenne de l'ensemble du territoire urbain, à cause de leur entretien régulier.

- Problèmes de déneigement et de neiges usées

En raison de notre climat, le déneigement et la disposition des neiges usées constituent une part importante du problème des eaux de ruissellement urbain.

Les neiges usées contiennent, en effet, des substances polluantes: matières solides, chlorures,

plomb, zinc, cadmium, fer, azote, phosphore et matières organiques.

Ces matières polluantes proviennent de l'échappement des voitures, des retombées atmosphériques, du sel répandu sur les routes, des feuilles, des excréments d'animaux, de l'huile à moteur, du sol, du fer rouillé, etc...

Le tableau B.10 peut donner une idée des charges et des concentrations de substances polluantes trouvées dans la neige.

- Modes de disposition des neiges usées

Les modes de disposition des neiges usées peuvent exercer une influence assez importante tant sur la concentration en chlorure dans les eaux de ruissellement urbain que sur leur teneur en matières solides en suspension et en métaux lourds. Les principales méthodes de déneigement exerceront des effets différents sur la qualité du milieu aquatique.

1. le déchargement direct de la neige dans un cours d'eau est la méthode la plus efficace, la moins coûteuse mais également la plus nocive au point de vue de l'environnement;
2. l'accumulation de la neige usée dans des dépotoirs offre l'avantage de retenir les matières solides précipitables, réduisant ainsi la quantité de déchets qui polluent les cours d'eau. Cette méthode présente quand même quelques désavantages: risque de conta-

mination des eaux souterraines, dommages causés à la végétation, sables résiduaux, etc;..

3. la fonte de la neige dans une fondeuse puis son déversement dans un égout pluvial municipal aura pour effet de diminuer de façon appréciable, la concentration en matières précipitables, dans les égouts pluviaux;
4. le soufflage de la neige sur les terrains est une méthode qui semble avantageuse mais elle n'est possible, en milieu urbain, que dans certains secteurs résidentiels ou encore en bordure et sur le terre-plein de certaines grand-routes.

- Les sels de déglacage

Durant les mois d'hiver, en plus de déblayer la neige, on doit appliquer du sel pour faire fondre la neige et la glace des rues et des routes. Aux Etats-Unis, on estime qu'une seule application de sels peut atteindre 200 à 400 livres par mille de voie routière. En un hiver, plusieurs routes et rues reçoivent jusqu'à 20 tonnes de sels de déglacage par mille de voie routière. Toutefois, le taux d'application varie en fonction de facteurs tels que: pente, conditions météorologiques, intensité de la circulation routière, etc... Les sels utilisés sont principalement le chlorure de sodium mais en temps plus froid, on utilise le chlorure de calcium auquel on mélange du sable.

- Effets des sels de déglacage sur la qualité de l'eau

Les sels de déglacage utilisés pour l'entretien des routes en hiver, accroissent certainement la concentration en chlorure des cours d'eau. Comme on le sait, la salinité du milieu hydrologique peut avoir des effets néfastes sur la vie végétale et animale des rivières.

Il est encore difficile d'estimer quelle est la proportion du volume de sels épandus sur les routes qui parviendra aux cours d'eau récepteurs. On n'a pas encore effectué jusqu'à maintenant, des études pouvant quantifier les apports de façon systématique bien qu'on estime qu'ils sont fonction du volume des précipitations neigeuses, des méthodes d'épandage du sel, du mode de disposition des neiges usées. On trouvera à l'annexe B.² les résultats de trois études qui ont été effectuées sur ce sujet.

- Métaux lourds

Les analyses effectuées dans les dépotoirs à neige, dans les eaux s'écoulant en bordure des routes ou dans d'autres sources d'eau de ruissellement urbain, démontrent que des quantités significatives de métaux lourds peuvent y être décelées, le zinc et le plomb étant les plus abondants.

Parmi les métaux lourds, c'est toutefois vers le plomb que nous devons porter une attention particulière car c'est ce métal qui présente les plus grands dangers d'intoxication.

La majeure partie du plomb trouvé dans les eaux de ruissellement provient de la combustion de l'essence à base de plomb par les moteurs à combustion interne des automobiles. Chaque gallon d'essence contient entre 2.4 et 4.8 grammes de plomb tetra-éthyle et tetra-méthyle. Le produit de la combustion avec le plomb est rejeté dans l'atmosphère et déposé sur les routes ainsi que sur le sol en bordure de celles-ci. La forme principale sous laquelle le plomb se dépose est insoluble dans l'eau et on l'associe donc aux solides en suspension. Le plomb, représenté avec les sels de déglacage des routes, un des principaux polluants apportés par la neige des zones urbaines à l'ensemble des lacs et des rivières.

Des études ont été effectuées (Krueger, 1972) sur la teneur en métaux lourds de certains échantillons prélevés en plusieurs endroits, à Cambridge et Sommerville, Mass. (8). Ces échantillons ont été prélevés sur de la neige, à moins de 20 pieds de la bordure des routes ainsi que dans les eaux de fonte des neiges sur les routes. Le tableau B.11 indique que sur la neige fraîche, la teneur en plomb est de 4 à 8 fois plus élevée que la limite permise pour l'eau potable par l'EPA (0.05 p.p.m.). Dès que la neige devient contaminée avec les ré-

sidus des rues, en moins de quelques heures, la teneur en plomb devient beaucoup plus élevée, et atteint même, en un cas, 132 fois la limite de 0.05 p.p.m.

La neige se contamine également au contact du zinc mais ceci ne représente aucun danger pour la santé étant donné que le zinc est un "micro-nutrient" normal pour les animaux et les hommes. Le cuivre et le nickel accusent des concentrations normales, mettant ainsi davantage en évidence les fortes concentrations de plomb trouvées dans les échantillons de neige.

Le tableau B.12 montre les résultats des analyses de trois échantillons prélevés sur l'eau de fonte des neiges s'écoulant le long de chaque côté des rues. Mentionnons que ces eaux peuvent être parfois absorbées par les chiens ou autres petits animaux.

L'examen de ces échantillons révèle encore une forte concentration de plomb, s'élevant à 80 fois la limite permise de 0.05 p.p.m. et à environ 1,000 fois la teneur en plomb des réservoirs d'eau potable. S'il arrive que les enfants ou les animaux domestiques boivent cette eau, ils risquent de présenter des symptômes d'intoxication par le plomb.

2.3.3 Apports agricoles

L'agriculture s'avère une importante source d'ap-

ports en matières polluantes et plus particulièrement en substances nutritives. Le tableau B.13 indique que les eaux de drainage agricole peuvent contenir des charges en azote et phosphore beaucoup plus élevées que les eaux provenant d'autres sources.

Nous avons déjà mentionné que les principales causes de pollution agricole sont les suivantes:

- 1) le fumier en provenance de l'élevage des animaux;
- 2) l'utilisation d'engrais artificiels;
- 3) l'utilisation de produits pesticides.

Avant d'évaluer les apports provenant de ces trois sources, il serait bon de se rappeler que les mécanismes qui provoquent les pertes en substances nutritives et autres sont au nombre de deux: lessivage et érosion des sols. Les quantités enlevées varieront suivant la nature du sol et le type d'exploitation agricole.

- Le fumier en provenance de l'élevage des animaux

Les eaux chargées en substances nutritives se rencontrent souvent dans les régions où l'élevage du bétail est intensif: élevage de bovidés, de porcs ainsi qu'exploitation laitière. Les excréments animaux ne sont toutefois pas rejetés directement à l'eau mais sont épandus sur le sol car ils servent à la fertilisation des prés et des pâturages.

Les quantités d'azote, de phosphore et de potassium expulsées par le bétail, varient considérablement d'une espèce à l'autre. Dans des tra-

vaux effectués par l'EPA (1971) le potentiel de pollution provenant du fumier animal a été évalué. Les principaux critères utilisés ont été les substances nutritives: azote et phosphore. Le tableau B.14 nous donne quelques caractéristiques sur la composition du fumier animal. Notons que les valeurs données dans ce tableau ne représentent que les quantités produites par les animaux et non pas les quantités qui atteignent l'eau. Ces valeurs sont exprimées en livre/jour/animal.

Il est donc possible d'établir un bilan du potentiel de pollution provenant du fumier animal en connaissant les espèces et le nombre d'animaux de fermes dans un bassin (par l'intermédiaire des statistiques) et en connaissant les charges théoriques en D.B.O. et en substances nutritives par animal établies d'après les estimations de l'EPA. Toutefois, dans la pratique, il est plus difficile d'évaluer les quantités de substances, qui atteignent l'eau des rivières. Ces quantités dépendront du mode de disposition des déchets animaux. Ainsi, l'épandage d'une trop grande quantité de fumier sur une superficie de terre trop petite pour l'absorber complètement aura des effets nocifs sur la qualité de l'eau, les matières organiques risquant d'être entraînées vers les eaux de drainage agricole, par érosion ou lessivage à la suite de pluies intensives. Le fumier épandu sur la neige peut également avoir de très graves con-

séquences sur la qualité de l'eau, lors de la fonte des neiges au printemps.

- Engrais artificiels

Etant donné que le fumier animal ne suffit pas à enrichir les sols il faut suppléer par l'application de chaux et surtout d'engrais artificiels dont la teneur en phosphore sera plus élevée que celle du fumier animal. Les engrais artificiels sont constitués de deux ingrédients pouvant affecter la qualité de l'eau: l'azote et le phosphore.

Au Canada, la consommation per capita d'engrais atteint 25 Kg par année. Le tableau B.15 fournit quelques données sur la consommation des engrais au Canada ainsi que sur la vente d'engrais composés et de substances fertilisantes au Québec. On note, qu'en ce qui concerne les substances fertilisantes, la quantité de produits phosphatés vendus au Québec en 1971, est légèrement plus élevée que celle des produits azotés.

De toute façon, les quantités d'engrais utilisées ou recommandées dépendront de la nature du sol, des conditions climatiques et du type de culture. Le tableau B.16 indique les quantités d'engrais utilisées ou recommandées aux Etats-Unis en fonction des différentes cultures.

Il est difficile d'évaluer les apports en azote et en phosphore provenant des substances

fertilisantes dans les eaux de drainage agricole. Nous pouvons toutefois dire que lorsque de fortes quantités d'azote, sont utilisées comme fertilisants, des pertes en azote provoquées par le lessivage des sols peuvent survenir, les nitrates étant très solubles dans l'eau. Ainsi, si nous sommes en présence d'un excès d'azote ne pouvant être utilisé par les cultures et d'un excès d'eau provenant de précipitations abondantes, le lessivage et le ruissellement peuvent survenir causant ainsi un apport d'azote dans les eaux souterraines et de surface.

Quant au phosphore appliqué en tant que fertilisant, on peut dire qu'il est plus solidement fixé dans le sol. Les pertes en phosphore par lessivage surviennent rarement; elles se produisent plutôt par érosion alors que les phosphates sont adsorbés sur les particules de sol érodé. Ainsi, les sédiments qui pénètrent dans le cours d'eau servent d'agents transporteurs du phosphore même si la quantité en solution est faible. Toutefois, certains sédiments peuvent entraîner les phosphates de la solution et, par le fait même, diminuer le taux de pollution des eaux.

Une étude menée à Choshocton, Ohio, (EPA, 1971) montre que sur une période de 35 ans, les pertes moyennes annuelles en azote et en phosphore provenant du ruissellement des eaux sur les fermes étaient respectivement de 3.86 et de 0.06 lbs par acre comparé à 0.92 et 0.04 lbs

pour une étendue boisée. L'EPA fournit d'autres données sur la quantité d'engrais artificiels pouvant se retrouver dans les eaux de drainage agricole, à Woodslee, Ontario, sur une période allant de 1961 à 1967. Pour étudier le comportement de l'azote, on appliqua annuellement 300 lbs de 5-20-10 sur les champs de maïs, d'avoine, de luzerne et de pâturin bleu. De plus, dans les champs de maïs, on ajouta 100 lbs supplémentaires d'azote par acre. Le tableau B.17 démontre que les apports en azote augmentèrent de façon significative dans les eaux de drainage agricole, spécialement dans celles qui provenaient des champs de maïs. Parallèlement, on appliqua sur les mêmes cultures, 60 lbs de P_2O_5 /acre/année et on nota seulement une faible augmentation de phosphore dans les eaux de drainage (tableau B.18).

- Pesticides

L'utilisation de pesticides constitue la troisième source de pollution agricole. Ceux-ci comprennent les herbicides, insecticides, fongicides, etc... On distingue deux types de pesticides: les non-persistants dont l'effet est moins nocif et les persistants qui englobent l'aldrine, la dieldrine, le D.D.T. etc..., et dont l'effet peut être très nocif. En fait, seuls de D.D.T. et ses métabolites ainsi que la dieldrine ont été trouvés dans l'environnement aquatique en grandes quantités. D'autres, tels que le "lindane" ont été trou-

vés, mais confinés en des endroits très localisés. Mentionnons qu'il existe depuis 1969, des restrictions très sévères limitant la vente et l'utilisation de ces pesticides.

La contribution des pesticides à la pollution agricole est difficile à évaluer. Nous possédons toutefois quelques données provenant de l'EPA concernant les ventes totales de quelques pesticides en Ontario, les résidus de ces pesticides trouvés dans l'eau, les sédiments, et dans les sols. (Voir tableaux B.19, B.20 et B.21).

La plupart des études indiquent que la quantité de résidus provenant des pesticides est très faible; toutefois, leur impact sur les organismes vivant dans l'eau est substantiel.

2.3.4 Apports industriels

Beaucoup d'eaux usées industrielles contiennent des quantités plus ou moins importantes d'azote ou de phosphore surtout quand il s'agit d'eaux résiduaires organiques en provenance de l'industrie alimentaire et d'industries similaires.

Ainsi, les apports en azote et en phosphore les plus importants viennent des usines de levure, des usines de sucre et d'amidon, des usines d'exploitation de déchets d'abattoirs, des distilleries mais aussi des usines textiles et de la fibre synthétique. Sur le plan local, de telles eaux peuvent constituer des foyers de pollution extrêmement graves. Le tableau B.22 présente

la teneur en substances nutritives des déchets industriels pour certains types d'industries.

Par ailleurs, d'autres types d'industries peuvent déverser dans leurs eaux résiduaires des éléments toxiques et des métaux traces qui peuvent être très nocifs. Il est difficile de quantifier le taux d'éléments toxiques provenant de ces industries car ceux-ci dépendent de facteurs très variables: procédés de fabrication, quantités de produits finis, etc...

On trouvera en annexe B un inventaire des sources des déchets majeurs et les caractéristiques des eaux résiduaires industrielles. On trouvera également un bilan des polluants majeurs provenant de six types d'industrie:

- a) industrie du textile;
- b) industrie du tannage du cuir;
- c) industries alimentaires
- d) industries des pâtes et papier;
- e) industrie de l'acier;
- f) industrie du pétrole.

2.4 CONCLUSION

Ce chapitre fait une revue partielle de la littérature des données quantitatives des différents producteurs et de leur productivité. Ce travail constitue ce que nous appelons le stade 2 de l'analyse de l'utilisation du territoire. A ce stade il est possible de calculer la quantité totale produite dans le bassin des différentes substances par classe de producteurs. Cela permet de mettre en évidence leur importance relative. Ce calcul est celui d'un bilan global théorique

et ne tient pas compte des phénomènes de transport et d'évolution dans les différents éléments du cycle hydrologique.

CHAPITRE 3

MODELE D'APPORTS

CHAPITRE 3

MODELE D'APPORTS

3.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous préconisons d'effectuer une analyse de système dans le cadre du bassin versant hydrologique; cette technique permet en effet de lier les causes aux effets et de diriger les mesures correctrices.

Si on considère le bassin versant comme une "boîte noire", on peut définir:

- 1) comme inputs, les précipitations liquides ou solides et leur qualité, la température qui contrôle la fonte de la neige et les différentes utilisations du bassin qui contrôlent les rejets de tout type;
- 2) comme outputs, les débits liquides dans la rivière, dans la couche superficielle et dans les couches profondes et leurs caractéristiques de qualité.

Entre ces deux extrémités, à l'intérieur du système, il existe des fonctions de transport, de mélange et de transformation qui sont les fonctions de transfert du système.

On voit donc qu'avant d'essayer de définir la fonction de transfert du système permettant la compréhension des phénomènes, il a fallu compléter l'information:

- 1) en rassemblant des données météorologiques qui sont connues;
- 2) en rassemblant les données hydrométriques qui sont connues;

- 3) en faisant une étude aussi complète que possible de l'utilisation du territoire;
- 4) en effectuant un échantillonnage de la qualité des eaux de différents types.

Ces étapes réalisées, on devra choisir dans la littérature un bon modèle hydrologique - capable de donner les débits à partir des précipitations - il s'agit là de la fonction de transport - et y greffer une fonction de mélange et/ou de transformation.

L'ensemble constituera un modèle d'apport plus ou moins complexe qui, une fois calibré, permettra de situer les responsabilités face aux valeurs mesurées à la sortie.

Le but d'un modèle d'apport est de mettre en évidence l'origine des polluants que l'on retrouve dans la rivière pour que le gestionnaire puisse prendre les mesures correctrices aux situations qui se présentent.

Un tel modèle doit associer le cheminement de l'eau dans les différents constituants du cycle hydrologique aux différents inputs de polluants.

3.2 APPROCHE

La qualité des eaux implique la partie terrestre du cycle hydrologique ainsi que les modifications apportées par l'ensemble des activités humaines. Si on considère l'input du système, les précipitations liquides ou solides, elles présentent une grande variabilité spatio-temporelle en quantité, mais une assez bonne stabilité, au moins à l'échelle régionale quant à la qualité (corps en solution), car il s'agit du résultat d'un cycle évaporation-précipitation.

Cette eau va se trouver véhiculée dans le schéma classique infiltration-ruissellement-évaporation.

Les caractéristiques chimiques de cette eau sont modifiées en fonction des utilisations du territoire du bassin hydrographique.

L'interaction entre le modèle purement hydrologique et celui des producteurs au niveau de l'utilisation du territoire offre des possibilités intéressantes pour prendre en compte:

- les puits de matière par filtration dans les eaux souterraines;
- les fixations par les sols et la végétation;
- la reconcentration naturelle par évaporation;
- la dégradation quand on connaît l'échelle des temps.

Des mesures de débit permettent de calibrer le modèle purement hydrologique et un échantillonnage chimique doit préciser l'évolution des débits-masses, des dégradations et des pertes, la sédimentation dans les lacs, le modèle hydrologique une fois calé.

3.3 CONCEPTION DU MODELE

L'approche proposée pour l'élaboration du modèle de qualité est d'un type général. Le modèle devra être applicable à n'importe lesquelles des régions géographiques de la province de Québec et devra inclure les caractéristiques des ressources hydriques, ainsi que les données économiques et sociales (population humaine et animale, pourcentage de sol urbain, forestier et agricole) de la région étudiée.

La solution à ce problème est obtenue par l'utilisation des techniques numériques qui impliquent à une étape ou à une autre, le remplacement de la région étudiée par une grille de points (Emmons 1970). Cette grille est adaptée à chaque cas particulier et la méthode mathématique utilisée ainsi que la dimension des carreaux sont choisies à partir des considérations spatio-temporelles (longueur du cours d'eau, débit et vitesse des phénomènes étudiés, temps de transport entre maille, etc...) ainsi que de la stabilité du phénomène considéré. Il existe plusieurs types différents de grilles pouvant être utilisées à la solution de nombreux modèles mathématiques. Ces grilles adaptables ne doivent pas être confondues avec les localisations expérimentales qui servent à l'échantillonnage pour la détermination des conditions initiales de la région, ainsi qu'à la vérification et la calibration du modèle.

3.3.1 Découpages

Dans le cas qui nous intéresse, la surface des bassins situés dans la zone à étudier sera découpée de deux manières:

- un découpage en parcelles élémentaires carrées de dimensions égales (grille UTM);
 - un découpage en sous-bassins hydrologiques permettant une meilleure répartition des précipitations et un cheminement réaliste des eaux.
- Découpage élémentaire

Un premier découpage de la surface d'un bassin permettra de définir le nombre de carreaux représen-

tant la surface étudiée. Pour chacun de ces carreaux de dimension définie préalablement, nous cherchons à définir:

a) caractéristiques physiographiques

- altitude moyenne
- pente moyenne
- pourcentage de sol couvert par la forêt
- indice de couverture végétale
- pourcentage de lac
- pourcentage de marais
- pourcentage de roche sédimentaire, granitique, etc.
- indice de la nature pédologique des sols
- reprise par évaporation dans la zone aérée du sol.

b) caractéristiques sociales et économiques

- population en territoire urbain
- population en territoire rural
- population animale dans les fermes pour les différentes espèces
- activités industrielles par secteur
- activités récréatives
- etc.

La plupart de ces données existent (tableau 3.1), mais demandent à être rassemblées à partir d'une bonne revue de la littérature. Les autres valeurs manquantes (des quantités typiques de produits résiduels) devront être mesurées.

<u>Renseignement</u>	<u>source</u>
- Cartes topographiques	- Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada - Ministère des Terres et Forêts du Québec - Ministère des Richesses naturelles du Québec
- Cartes géologiques	- Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada - Ministère des Richesses naturelles du Québec
- Cartes hydrogéologiques	- Ministère des Richesses naturelles du Québec (Prévost)
- Cartes pédologiques	- Ministère de l'Agriculture du Québec - Ministère des Terres et Forêts du Québec
- Cartes des potentiels forestiers	- ARDA
- Cartes météorologiques	- Ministère des Richesses naturelles du Québec
- Cartes hydrologiques	- Ministère des Richesses naturelles du Québec (service de l'hydrométrie)
- Renseignements démographiques	- Bureau de recensement du Canada - Bureau de la statistique du Québec
- Utilisation du sol en cultures	- OPDQ - Bureau de la statistique du Canada - ARDA (inventaire des terres)
- Utilisation du territoire pour la récréation	- ARDA (inventaire des terres) - Ministère du Tourisme, Chasse et Pêche du Québec - Ministère des Affaires Municipales du Québec - OPDQ
- Industries	- Bureau de la statistique du Canada (recensement annuel) - Répertoire Industriel du Québec (Compagnie Scott).

TABLEAU 3.1 - Sources de renseignements pour la caractérisation d'un bassin.

- Découpage plus précis

Le second découpage permettra d'évaluer, avec plus de précision, le débit qui transite d'un carreau à l'autre. Cette subdivision des carreaux entiers est basée sur le tracé des sous-bassins des cours d'eau d'ordre inférieur et sur le tracé des sous-bassins à l'issue desquels on désire connaître les débits.

Chaque partie d'un sous-carreau possède les mêmes caractéristiques physiques (sauf la superficie) définies pour le carreau entier dont il est issu. Par contre le sous-carreau possède sa propre surface exprimée en pourcentage de la superficie du carreau entier.

Cette seconde division par rapport aux sous-bassins permet d'évaluer plus exactement la superficie et les autres caractéristiques physiques du bassin versant situé à l'amont de chaque carreau (Girard 1972).

3.3.2 Illustration du modèle hydrologique

L'approche proposée peut être illustrée par un exemple qui nous montrera le schéma suivi pour représenter les phénomènes de transfert de carreau à carreau. Supposons qu'une parcelle de terrain (carreau 5A) reçoive les eaux des carreaux 3B et 6B et qu'elle se déverse dans le carreau 4A immédiatement à l'aval du carreau 5A (figure 3.1).

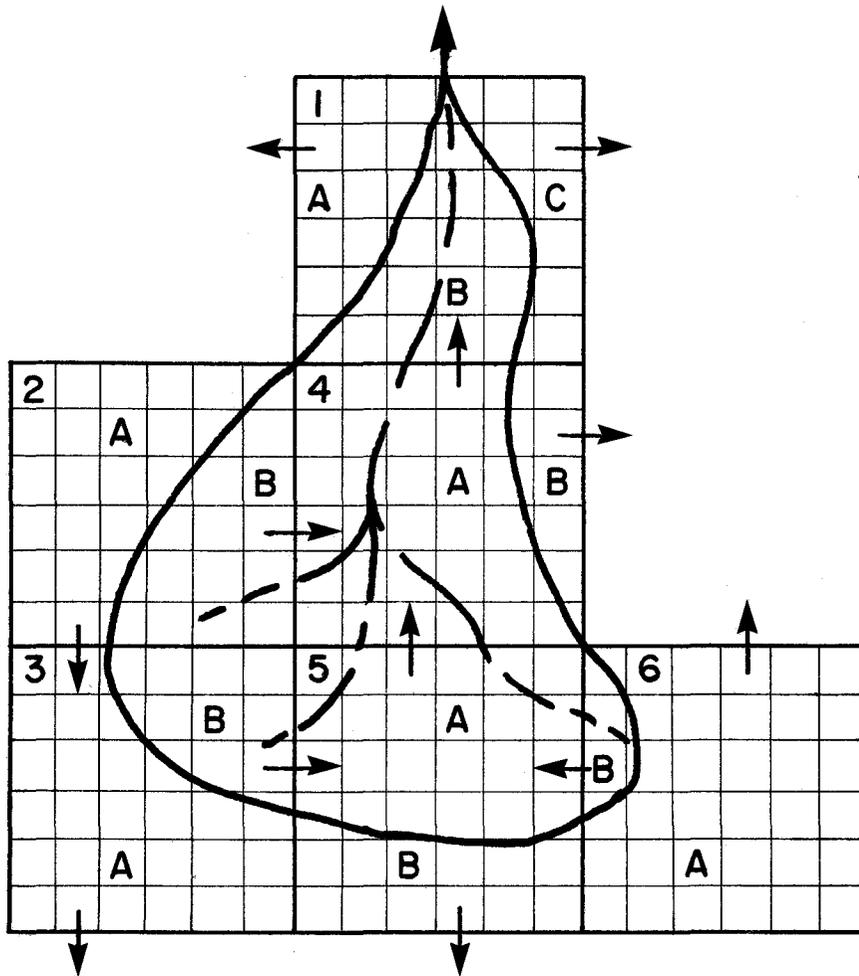
Les valeurs nécessaires au modèle sont le débit

FIGURE 3.1

CHEMINEMENT HYDROLOGIQUE

CARREAUX 1 à N

DIVISION HYDROLOGIQUE A à D



le bassin est
défini par

$$1B + 4A + 2B + 3B + 5A + 6B$$

maximal moyen annuel, le module spécifique et la surface du bassin versant, l'altitude moyenne, la pente moyenne, le pourcentage de lacs, de marais et de forêt. A ce premier stade, les caractéristiques nous permettent d'évaluer pour chacun de ces carreaux entiers (Girard 1972):

- a) les données météorologiques prévisibles compte tenu des données observées aux stations météorologiques situées sur des carreaux voisins et des corrélations existantes entre ces données météorologiques et les caractéristiques propres des carreaux;
- b) le transport de l'eau produite par les précipitations liquides ou les fontes de neige compte tenu des caractéristiques topographiques et géologiques de ces carreaux;
- c) le bilan exact de l'eau sur ce carreau à tout moment ainsi que les débits en tout point du bassin.

De plus, en connaissant le volume d'eau des lacs et des réservoirs et leurs propres caractéristiques de diffusion interne, on pourra simuler la qualité des eaux d'un bassin versant dans l'espace et dans le temps.

Une application utile serait de prédire avec le modèle les effets, tant dans l'espace que dans le temps, d'une injection instantanée d'un polluant en un point du réseau. Le modèle devrait fournir des indications sur l'accumulation du polluant en aval du bassin.

La quantité d'eau entrant dans le carreau 5A et provenant des carreaux 3B et 6B n'est pas nécessairement é-

gale à la quantité d'eau sortant du carreau 5A et coulant vers la parcelle 4A. En effet, l'eau d'un carreau peut être dirigée vers différents niveaux de stockage formant un ensemble plus ou moins complexe, suivant le degré d'analyse auquel on souhaite parvenir.

Dans un modèle, le stockage est étroitement lié à la fonction de production de quantité et à la fonction de transport de quantité. Dans le premier cas, le stockage se fait au niveau des nappes souterraines, des réserves de la zone aérée et de la rétention de surface, tandis que dans ce second cas, le stockage se fait au niveau des lacs ou des autres réservoirs superficiels, ainsi que du réseau hydrographique.

Dans le cas où l'accumulation de l'eau dans un carreau est importante, on devra évaluer pour chaque forme de stockage (eaux souterraines, marais, forêts, lacs, etc...) une fonction de production susceptible de bien représenter l'écoulement dans le bassin. C'est ainsi que pour les eaux de surface dans la plupart des cas, l'écoulement de l'eau sera proportionnel à la racine carrée de la pente moyenne du carreau. Toutefois, cette loi n'est pas très représentative de l'écoulement de l'eau en forêt et en terrain marécageux. Pour ces terrains, la couverture favorise l'infiltration et le stockage des eaux de surface; alors dans ce cas, nous devons évaluer la relation débit à l'écoulement en fonction de la pente moyenne du carreau. De même, pour les lacs, on peut faire l'hypothèse que la vidange est linéaire et que le volume issu du lac varie proportionnellement au volume stocké. Pour la simulation du volume de l'eau introduit dans la nappe souterraine, on peut s'appuyer sur la loi du tarissement et faire l'hypothèse que le débit d'eau perdu est proportionnel à la lame d'eau stockée dans la nappe.

3.4 SOUS-MODELE D'APPORTS

L'approche proposée pour le modèle d'apports est semblable à celle proposée pour le modèle hydrographique. Reprenons l'exemple du carreau 5A qui reçoit les charges des carreaux 3B et 6B et qui les rejette dans le carreau 4A. A partir de la méthode d'inventaire proposée au premier chapitre de ce tome, nous pouvons définir, pour chacun de ces carreaux, le vecteur représentant les utilisations du territoire. De même au chapitre 2 de ce travail, nous avons défini la matrice de productivité représentant les substances qu'on désire analyser et produites par chacun des producteurs.

Supposons que nous nous intéressons au polluant Y produit par le producteur P. Pour la parcelle 5A le vecteur des producteurs représente le nombre n (base unitaire) des producteurs P_n , tandis que la matrice des productivités par jour (personne, acre, etc...). A partir de ces valeurs, nous pouvons définir la charge totale du polluant Y produit dans la parcelle 5A. De la même manière nous pouvons calculer la charge totale pour le même polluant généré dans les parcelles 3B et 6B. Ces différentes quantités des polluants véhiculés par l'eau sont mélangées et à la sortie de la parcelle 5A, la quantité du polluant Y sera égale à la quantité produite par cette parcelle additionnée des quantités libérées par les parcelles 3B et 6B affectée éventuellement de certains coefficients de transfert tenant compte de la quantité perdue dans l'eau d'infiltration.

3.5 MODELE GLOBAL

A la suite du sous-modèle hydrologique, on détermine la quantité d'eau qui transite dans un carreau, ainsi que la quantité d'eau qui coule d'un carreau au suivant. De

plus, avec le sous-modèle d'apports, on détermine pour chaque polluant considéré, la production potentielle résultant de l'utilisation du terrain pour ce carreau, ainsi que la quantité de ce polluant qui s'accroît de carreau en carreau. Par la suite, ces deux valeurs seront combinées pour déterminer la concentration du polluant Y à la sortie d'un carreau. Tout de même il faut se rappeler que cette valeur de la concentration est la valeur maximale du polluant considéré et ne tient pas compte des processus de sédimentation, de fixation sur les sédiments, de biodégradation et d'autres phénomènes associés à la diminution des polluants dans le milieu. Ces processus sont considérés au tome 2 de la présente étude.

3.6 ILLUSTRATION DU MODELE

L'exemple qui suit nous montrera le schéma suivi pour évaluer la concentration du polluant Y sur le long d'un cours d'eau. Supposons que pour une parcelle de terrain, les débits calculés par le sous-modèle hydrologique sont:

Q_r pour le débit des rivières

Q_{ss} pour le débit d'eau de la zone superficielle du sol

Q_{sp} pour le débit d'eau souterraine profonde

Pour le même carreau, le sous-modèle d'apports donne que la quantité des polluants X et Y produits par l'ensemble des producteurs P_n est:

$$x_A = X_A \text{ g/jour}$$

$$y_A = Y_A \text{ g/jour}$$

De plus, connaissant que les quantités des polluants X et Y provenant des parcelles de terrain B et C sont respectivement:

$$x_B = X_B \text{ g/jour}$$

$$y_B = Y_B \text{ g/jour}$$

$$x_C = X_C \text{ g/jour}$$

$$y_C = Y_C \text{ g/jour,}$$

nous pouvons calculer la charge totale de X et de Y déversée dans le carreau D; celle-ci sera égale:

$$x_D = X_A + X_B + X_C \text{ (g/jour)}$$

$$y_D = Y_A + Y_B + Y_C \text{ (g/jour)}$$

De même, à l'entrée du carreau D, la concentration des éléments X et Y dans les cours d'eau sera égale:

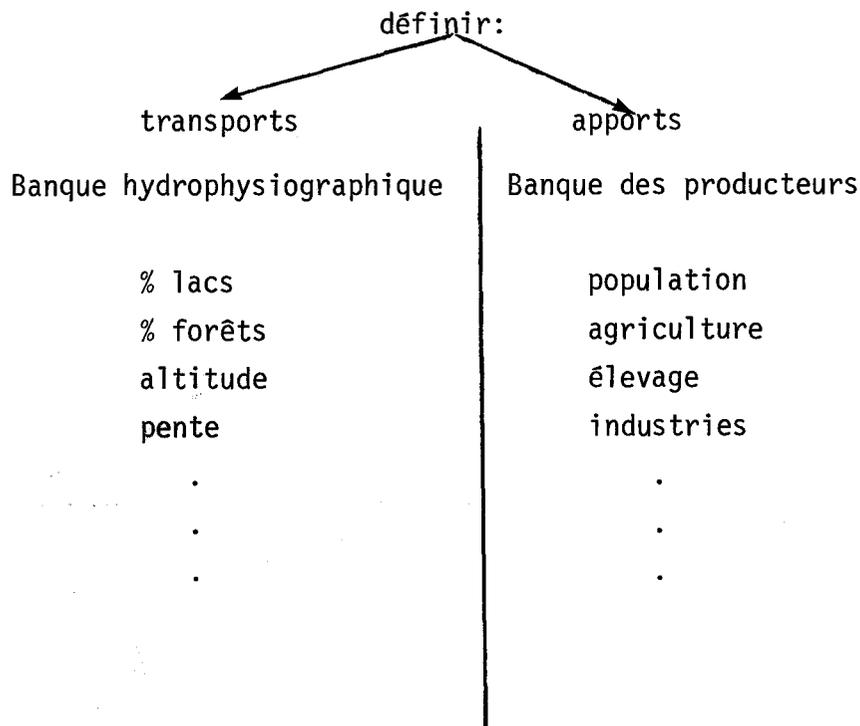
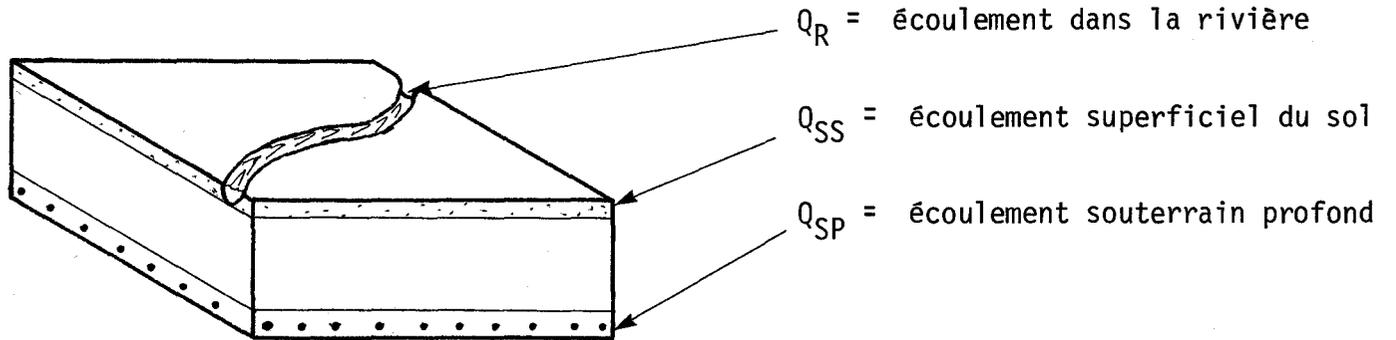
$$C_x = x_D / Q_s \text{ (g/l)}$$

$$C_y = y_D / Q_s \text{ (g/l)}$$

Cela est détaillé à la figure 3.2.

FIGURE 3.2

BILANS DE MAILLE



effectuer les bilans masses produits et ap-
portés aux 3 types de
débit et en déduire les
concentrations

CHAPITRE 4

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1971).

"Agricultural Pollution of the Great Lakes Basin".
Combined Report by Canada and the United States.

EMMONS, H.W., 1970

"Critique of numerical modeling of Fluid-Mechanics
phenomena", Annual Review of Fluid Mechanics, vol. 2.

GIRARD, G., MORIN, G., et CHARBONNEAU, R., (1972).

"Modèle précipitations-débits à discrétisation spatiale",
cahier de l'ORSTOM, ser. Hydrol., vol. IX, No 4.

INRS-Eau - GROUPE SYSTEME URBAIN (1973).

"Systèmes urbains de distribution d'eau-Etude du système
et de la demande". Rapport technique no 12.
INRS-Eau, Québec.

KITTREDGE, J., (1948).

Forest Influences, McGraw Hill Book Company Inc.,
Toronto, Canada.

KRUEGER, H.W. (1972).

"Danger in the Streets: A preliminary Report on the
Distribution of Lead from Automobile Exhausts in Urban
Streets".

Krueger Enterprises Inc.

Environmental Research Division, Cambridge, Mass.

Feb. 1972 - project 72-2.

MOLCHANOV, A.A. (1960).

The role of forest in Conservation and Regulation of Water. Fifth World Forestry Congress. Vol. 3, pages 1678-1681, Washington, Etats-Unis.

SARTOR, J.D. et BOYD, G.B. EPA (1972).

"Water Pollution Aspects of Street Surface Contaminants". Office of Research and Monitoring Environmental Protection Technology R2-72-081.

SYLVESTER R.P. (1961).

"Nutrient Content of drainage water from forested, urban and agricultural areas". Algar and Metropol Wastes U.S. Publ. Health Service.

VAN DURAN, J.P.J. (1948).

"Soil Fertility and Sewage". Dover Publications, Inc. New-York.

VOLLENWEIDER, R.A. - (OCDE) (1968).

"Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation".

ANNEXE A

DOCUMENTS DISPONIBLES POUR LA DESCRIPTION

ET LA REPRESENTATION VISUELLE DU BASSIN

A PHYSIOGRAPHIE ET RELIEF

1- MINISTERE DE L'ENERGIE, MINES ET RESSOURCES DU
CANADA

- Cartes topographiques

échelle 1: 1,000,000 (équidistance 500 pieds)

1: 500,000

1: 250,000 (équidistance 100 pieds)

1: 50,000 (équidistance 25 pieds)

- Photographies aériennes (1968)

échelle 1: 31,000

2- MINISTERE DES TERRES ET FORETS DU QUEBEC

Service de la Photogrammerie et de la Cartographie.

- Carte des bassins hydrographiques

(limite des bassins et sous-bassins)

échelle 1: 250,000

- Photographies aériennes

échelle 1: 40,000

(toute la partie sud du Québec est couverte sauf
la Gaspésie)

échelle 1: 15,840

(toute la partie du Québec, au sud du 52ième pa-
rallèle est couverte; certaines photographies
sont antérieures à 1962).

3- MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES - QUEBEC

Superficie des Bassins Versants du Québec:

Direction Générale des Eaux.

Rapports H-1, H-7, H-10

4- I.N.R.S. - EAU (1970)

Banque de Données Physiographiques.

Cette banque donne les caractéristiques moyennes d'un bassin versant: aires couvertes en lacs, forêts, marécages, les aires construites, la pente, l'azimuth de la pente et la superficie est donnée en km².

5- PARDE, M. (1933)

Fleuves et Rivières.

Collection Armand Collin.

B GEOLOGIE

1- MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES

Cartes géologiques de la Province de Québec
échelle 1: 1 mille au pouce (nord du Québec)
16 milles au pouce (sud du Québec)

- Rapports géologiques.

- Direction générale des Mines.

(Ces rapports couvrent la majeure partie des régions du Québec).

2- DRESSER, J.A. et DENIS, T.C. (1946)

La géologie de Québec.

Vol. 11: Géologie description.

Rapport géologique no: 20.

Ministère des Mines du Québec.

- 3- PREVOST, J.M. (1972)

Cartes Hydrogéologique des Basses Terres du St-Laurent.

échelle 1: 250,000

Ministère des Richesses Naturelles.

- 4- DESMEULES, J. (1973)

Les glissements de terrain au Québec en 1972.

Bureau de la Statistique du Québec.

- 5- DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES (1970)

Geology and Economic Minerals of Canada.

Geological Survey of Canada.

Economic Geology Report No. 1.

R.J.W. Douglas.

Scientific Editor.

- 6- ST-MARTIN, H. (1970)

Relations entre les facteurs d'ordre géologique et les caractéristiques de l'écoulement.

I Etude bibliographique.

D-H-Q.3.

II Etude du tarissement

Ministère des Richesses Naturelles du Québec.

Décennie hydrologique internationale.

D-H-Q.7.

- 7- MEYBECK, M. (1973)

L'érosion et la qualité de l'eau au Québec.

I.N.R.S.-EAU.

C PEDOLOGIE

1- MINISTERE DE L'AGRICULTURE DU QUEBEC

- Cartes pédologiques

échelle: 1 mille au pouce

(ces cartes couvrent la majeure partie des com-
tés de la partie habités de la province).

2- MINISTERE DE L'AGRICULTURE DU QUEBEC

Etudes pédologiques.

(ces études ont été effectuées pour plusieurs com-
tés de la province).

D METEOROLOGIE

1- MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES

Bulletins météorologiques (mensuels).

Direction Générale des Eaux - Service de la météo-
rologie.

2- FERLAND, M.G. GAGNON, R.M. (1964).

Climat du Québec Méridional.

Ministère des Richesses Naturelles - MP13.

3- GAGNON, R.M. FERLAND, G. (1967)

Climat du Québec septentrional.

Ministère des Richesses Naturelles - MP10.

- 4- VILLENEUVE, O.G. (1967).

Sommaire climatique du Québec.
Ministère des Richesses Naturelles - M-24.

- 5- VILLENEUVE, O.G. (1969)

Bibliographie climatique du Québec.
Ministère des Richesses Naturelles MP20.

- 6- ENVIRONNEMENT CANADA

Résumé mensuel.
Données météorologiques pour le Canada.

- 7- WILSON, C.V. (1971)

Le climat du Québec.
Service Météorologique du Canada.

- 8- MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES

Rapports spéciaux sur plusieurs régions du Québec.
ex: Gagnon, R.M. (1971).
Le climat de la Yamaska MP45.

- 9- MEYBECK, M. (1972)

Qualité chimique de l'Eau des Rivières.
Revue Bibliographique .
I.N.R.S. - EAU .

10- MORETTE, A. (1964)

Précis d'Hydrologie.
Collection de Précis de Pharmacie .
Masson et Cie.

E VEGETATION

1- INVENTAIRE DES TERRES DU CANADA

Cartes des potentiels forestiers, 1: 250,000.

2- MINISTERE DES TERRES ET FORETS-QUEBEC (1970)

Cartes forestières 1: 20,000.
(ces cartes montrent les différentes associations
actuellement en place).

3- GRANDTNER, M.M. (1966)

La végétation forestière du Québec méridional.
P.U.L. Québec.

4- ROWE, J.S. (1959)

Forest regions of Canada .
Dept. of Northern Affairs
and National Resources, Ottawa .
Forestry Branch Bulletin 123 .

5- I.N.R.S. - EAU (1970)

Banque de données physiographiques .

- 6- DANSEREAU, P. (1959)

Phytogeographia Laurentiana LL.

- 7- JULIEN, S. (1969)

"Contribution à l'aménagement polyvalent d'un territoire forestier formé par la branche est de la rivière Ste-Anne et les forêts Murdoïd et Duchesnay".

Thèse de Maîtrise.

Faculté de Foresterie et de Géodésie.

Université Laval.

- 8- KITTREDGE, J. (1948)

Forest Influences.

McGraw Hill Book Company Inc. Toronto.

- 9- MOLCHANOV, A.A. (1960)

The role of forest in Conservation and Regulation of Water.

Fifth World Forestry Congress.

Vol. 3 p. 1678-1681.

Washington U.S.A.

F HYDROLOGIE

- 1- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES

Service de l'hydrométrie.

- Index de Références (1972).

Inventaire des Stations Hydrométriques.

Rapports H.P.-29.

- Répertoire des Stations Hydrométriques (1972).
(Niveaux, Débits et Paramètres Physico-chimiques)
Rapports H.P.-17, H.P.-18, H.P.-28.
- Potentiel Energétique des rivières du Nord du Québec (1965).
Rapport H.P.-6.
- Annuaire Hydrologique.
Rapport A.A.-12 (1972).
Cet annuaire paraît chaque année et donne les débits journaliers ou les niveaux de chaque station hydrométrique.
- Profils en long des rivières tributaires de la Baie d'Ungava (H.P.-10), de la Côte Nord (H.P.-8) de la Baie James et de la Baie d'Hudson (H.P.-3).

2- DESMEULES, J. (1972)

Les inondations du Québec de 1966 à 1970.

Bureau de la Statistique du Québec.

3- HYDRO-QUEBEC

- Répertoire des réservoirs et des centrales électriques en service.
- Répertoire des études des rivières du Québec.

4- ENVIRONNEMENT CANADA

I.N.R.S.-EAU (1972).

- Rationalisation du réseau hydrométrique au Québec.

G POPULATION

1- STATISTIQUE CANADA

Recensement du Canada (1971).

Population.

Division et subdivision de Recensement (Québec)
cat. 92-705.

2- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC

Répertoire des municipalités (1972).

(Ce répertoire donne un estimate annuel de la population des municipalités du Québec, on y trouve également les superficies des municipalités).

3- MINISTERE DES TERRES ET FORETS

Cartes des limites territoriales des Municipalités.

1: 250,000.

Service de l'Arpentage et de la Géodésie.

4- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC

Division de la Démographie.

Analyses démographiques de la population habitant les 75 comtés du Québec. Septembre 1972.

5- TROTIER, L. (1961)

Carte de la Répartition de la Population du Québec

Institut de Géographie.

Université Laval.

H PROBLEMES URBAINS

1- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC

"Répertoire des Municipalités" - 1973
(publication annuelle).

2- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC (1970)

"Renseignements statistiques du Québec - Municipalités du Québec".

3- LEMAN, C. (1972)

Ministère des Richesses Naturelles du Québec.
"Consommation de sel des municipalités du Québec".

4- INGENIEURS MUNICIPAUX

Renseignements à obtenir sur le lieu et le mode de disposition des neiges usées, sur l'utilisation du territoire urbain, etc.

5- A.Q.T.E. (1973)

"Inventaire des équipements en eau et égouts" Rapport du comité "Mise à jour".

I AGRICULTURE

1- INVENTAIRE DES TERRES DU CANADA

Cartes des possibilités agricoles des sols.
1: 250,000.

2- INVENTAIRE DES TERRES DU CANADA

Cartes du zonage des terres selon leurs possibilités.

1: 250,000.

Cartes synthèses du potentiel des sols pour l'agriculture, la forêt, la récréation, la faune sauvage, la faune ongulée, les zones urbaines.

3- OFFICE DE PLANIFICATION ET DE DEVELOPPEMENT DU QUEBEC (O.P.D.Q.)

La méthodologie du zonage des terres selon leurs potentiels.

Inventaires bio-physiques du Québec.

Document No. 2, Juin 1971.

4- STATISTIQUE CANADA

- Recensement du Canada, 1966.
Agriculture - Québec, Vol. IV.
Cat. no. 96-606.

- Recensement du Canada, 1966.
Agriculture - Québec, Vol IV.
Cat. no. 96-707 .

Les données du Recensement du Canada peuvent être obtenues sur demande, à l'échelle des subdivisions de recensement (municipalités).

5- STATISTIQUE CANADA

Ventes de produits anti-parasitaires par les sociétés enregistrées au Canada.

Cat. no. 46-212.

6- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC

Statistiques Agricoles, 1968, 1969, 1970, 1971.

7- MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA COLONISATION
DU QUEBEC

- Les régions Agricoles du Québec.
- Inventaires agricoles effectuées pour chacune
des 12 régions agricoles du Québec.

J INDUSTRIES

1- BUREAU DE LA STATISTIQUE DU QUEBEC

Répertoire des établissements manufacturiers.

2- SCOTT'S

"Répertoire Industriel du Québec", 5ième Edition,
Penstock Publications Limited, Oakville, 1971-72.

3- HITTMAN ASSOCIATES INC.

"Main I: A System of Computerized Models for Cal-
culating and Evaluating Municipal Water Require-
ments", Vol. 1, Hittman Associates Inc., Columbia
1968.

4- STATISTIQUE CANADA

Formule RM 6506 pour le recensement annuel de manu-
factures.

K RECREATION

1- INVENTAIRE DES TERRES DU CANADA

Cartes des possibilités des Terres pour la Récréation.

1: 250,000.

2- INVENTAIRE DES TERRES DU CANADA

"Potentiel des Terres à des fins récréatives".
Rapport no. 6 (1969).

3- MINISTERE DU TOURISME DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Cartes des équipements et ressources touristiques
du Québec.

1: 250,000.

4- OFFICE DE PLANIFICATION ET DE DEVELOPPEMENT DU
QUEBEC

Cartes de potentiel des Eaux pour la pêche sportive.

1: 250,000.

Services des Etudes et Inventaires Biophysiques.

5- MINISTERE DES AFFAIRES MUNICIPALES

Classification des Plages.

Division du Génie Sanitaire.

6- MINISTERE DU TOURISME DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Rapports nos 1 à 7 du Service de la Faune.

7- MINISTERE DU TOURISME DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Guides touristiques pour les 9 régions touristiques du Québec.

8- MINISTERE DU TOURISME DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Navigation de Plaisance.

9- MINISTERE DU TOURISME DE LA CHASSE ET DE LA PECHE

Répartition géographique des principales espèces de poissons.

Service de la Faune.

District de Montréal.

ANNEXE B

PRODUCTEURS ET APPORTS

SPECIFIQUES

ANNEXE B.1

TABLEAUX DES PRODUCTEURS ET DES

APPORTS SPECIFIQUES

B.1 TABLEAUX DES PRODUCTEURS ET DES APPORTS SPECIFIQUES

La construction de la matrice des productivités spécifiques demande une revue complète de la littérature. Les tableaux de cette annexe donnent une idée des renseignements existants. Une revue plus élaborée de la littérature complètera une partie des données manquantes; dans le cas d'absence totale de renseignements, on devra envisager des mesures sur le terrain.

TABLEAU B.1: CARACTERISTIQUES D'EGOUTS URBAINS SANITAIRES (3)

CARACTERISTIQUE	CONCENTRATION ^(a)			
	THOMANN (18)		MASCOLO ET AL. (9)	
	MOYENNE	EXTREMES	MOYENNE	EXTREMES
solides totaux	800	450-1,200	548	382 - 924
solides en suspension	300	100- 400	--	--
solides dissous	500	300- 800	--	--
conductivité (mmho-cm ⁻¹)	--	--	636	520 -1,465
DBO 5 jours	180	100- 450	104	74 - 123
DCO	220	120- 580	234	140 - 313
N-organique	20	5- 35	--	--
N-NH ₄	28	10- 60	--	--
N-(NO ₂ + NO ₃)	2	0- 6	0.32	0.1- 0.48
N-total	50	15- 100	--	--
PO ₄ ortho	10	5- 25	10.6	9.5- 12.2
PO ₄ total	20	10- 50	13.2	11.7- 15.7
alcalinité (CaCO ₃)	--	--	--	--
dureté totale (CaCO ₃)	--	--	--	--
Cl	--	--	66	42 - 90
pH (unités)	--	--	7.29	7.0- 7.85

(a) à moins d'indication contraire, les concentrations sont exprimées en mg/l.

TABLEAU B.2: CARACTERISTIQUES DES EXCREMENTS HUMAINS SELON VAN DURAN (1948) (29)

Poids annuel global per capita	Forme solide	Forme liquide	Poids sec global	Azote dans le poids sec	Phosphore dans le poids sec
485 Kg	48 Kg	437 Kg	34.4 Kg	5.2 Kg	0.52 Kg

TABLEAU B.3

APPORTS PER CAPITA DE PHOSPHORE ET D'AZOTE EN PROVENANCE DES EAUX DOMESTIQUES USEES, TRAITEES ET NON TRAITEES. (30)		
P (g/cd)*	N (g/cd)*	ORIGINE ET TRAITEMENT
0,65-1.5	-	Eaux usées non traitées aux U.S.A.
1,5	7,4	Madison, Wisc. eaux usées traitées biologiquement
1,5-3,7 (2,3)	-	Minesota, eaux usées non traitées
1,8-4,8	-	Illinois (Filtres (percolateurs (Boue (activité
4,4	10,3	Wisconsin, Madison, Filtres
0,9	8	
2,0	12	
2,4-2,9	10	
1,5	12	
2,3	13	
-	13,9	
1,65	-	
-	8-15,3	
3,0	12	Enquêtes sur la Lindth en Suisse

Valeur moyenne et zones
 p : 2,18 (0,65-4,8) ; N: 10,8 (5,1-15,3) ; N/P - 4,95
 * grammes per capita per diem

TABLEAU B.4

APPORTS EN HOMME PAR KM² D'AZOTE ET DE PHOSPHORE EN PROVENANCE D'EXCREMENTS HUMAINS ET DE SOURCES NON SPECIFIEES, RAPPORTES A DIFFERENTES DENSITES MOYENNES DE LA POPULATION. (30).

Densité de la population (habitants/Km ²)	Azote (12 g/cd)*	Phosphore		
		(1,5 g/cd)**	(2,25 g/cd)***	(3,0 g/cd)***
50	0,22	0,03	0,04	0,05
100	0,44	0,05	0,08	0,11
150	0,66	0,08	0,12	0,16
200	0,88	0,11	0,16	0,22
300	0,32	0,16	0,24	0,32
500	2,20	0,27	0,40	0,54
1000	4,40	0,54	0,80	1,08
2500	11,00	1,35	2,00	2,70
5000	22,00	2,70	4,05	5,40

* gramme par habitant, par jour.
 ** valeur de base physiologique.
 *** valeur de base physiologique plus d'autres apports.

TABLEAU B.5

CONCENTRATIONS DES EAUX D'ÉCOULEMENT DES ROUTES ET DES EAUX D'IRRIGATION AU REFLUX COMPAREES AUX EAUX ET AUX CONCENTRATIONS DANS UN LAC EUTROPHE. SELON SYLVESTER 1961. (17)				
(en mg/m ³)				
	PHOSPHORE (P)		AZOTE (N)	
	total	soluble	nitrate	N-Kjeldahl
Eaux usées des routes (30 minutes après le début d'une pluie battante)	208	76	527	2010
(après quelques heures, moyenne)	154	22	420	410
Drainage d'irrigation ¹⁾ subsurface	216	184	2690	172
surface	251	162	1250	205
Eaux courantes des régions forestières ²⁾	69	7	130	74
Green Lake, Wash.	76	16	84	340

¹⁾ Yakima River Basin Irrigation Return Flow Drains.
²⁾ De trois fleuves avec réservoirs et routes, région peu peuplée.

TABLEAU B.6 : CARACTERISTIQUES D'EGOUTS URBAINS PLUVIAUX (35)

CARACTERISTIQUE	CONCENTRATION ^(a)					
	WEIBEL ET AL. (31)		DE FILIPPI ET AL. (5)		BURM ET AL. (3)	
	MOYENNE	EXTREMES	MOYENNE	EXTREMES	MOYENNE	EXTREMES
solides totaux	--	--	2,166	338-14,600	--	--
solides en suspension	210	5-1,200	1,697	130-11,280	2,080	11,900
solides dissous	--	--	--	--	--	--
conductivité (mmhos-cm ⁻¹)	--	--	--	--	--	--
DBO 5 jours	19	2- 84	19	3- 90	28	62
DCO	99	20- 610	335	29- 1,514	--	--
N-organique	1.7	0.2- 4.8	--	--	1	4
N-NH ₄	0.6	0.1- 1.9	--	--	1	2
N-(NO ₂ + NO ₃)	0.45	0.1- 1.7	--	--	--	--
N-total	2.75	--	2.1	0.5- 6.5	--	--
PO ₄ - ortho	--	--	--	--	0.8	3.4
PO ₄ total	0.8	0.07- 4.3	1.3	0.2- 4.5	5.0	16.4
alcalinité (CaCO ₃)	59	10- 210	--	--	--	--
dureté totale (CaCO ₃)	78	29- 240	--	--	--	--
Cl	12	3- 35	--	--	--	--
pH (unités)	7.5	5.3- 8.7	6.5	6.0- 7.2	--	--

(a) à moins d'indication contraire, les concentrations sont exprimées en mg/l

ESTIMATION DES QUANTITES DE MATIERES POLLUANTES QUI POURRAIENT
PARVENIR AUX COURS D'EAU RECEPTEURS. CITE FICTIVE. (15)

	Ruissellement des rues (après un orage d'une heure) (lb/hre)	Egout sanitaire non traité (lb/hre)	Egout sanitaire: traitement secon- daire (lb/hre)
Matières décantables et solides en suspension	560,000	1,300	130
DBO ₅	5,600	1,100	110
DCO	13,000	1,200	120
Azote Kjeldahl	880	210	20
Phosphates	440	50	2.5
Bactéries coliformes totales (nombre de coli- formes observés/hre)	4000 x 10 ¹⁰	460,000 x 10 ¹⁰	4.6 x 10 ¹⁰

Caractéristiques de la cité fictive:

- . Population - 100,000 personnes
- . Superficie totale - 14,000 acres
- . Utilisation du territoire:
 - résidentiel - 75%
 - commercial - 5%
 - industriel - 20%
- . rues (tributaires aux eaux réceptrices) - 400 milles de long
- . égouts sanitaires - 12 x 10⁶ gal/jour

114 -
TABLEAU B.8

NATURE ET QUANTITE DES PRINCIPALES SUBSTANCES PROVENANT DES EAUX DE
RUISSELLEMENT URBAIN. (15)

Substances analysées	Valeurs moyennes des charges provenant de 10 villes américaines. lb/mille de bordure de route
Solides totaux	1400
Demande en oxygène	
DB05	13.5
DCO	93
Solides volatiles	100
Substances nutritives du niveau trophique primaire	
Phosphates	1.1
Nitrates	.094
Azote Kjeldahl	2.2
Bactéries	
Coliformes totaux (coliformes observés par heure/mille de route)	99 x 10 ⁹
Coliformes d'origine fécale (")	5.6 x 10 ⁹
Métaux lourds	
Zinc	.65
Cuivre	.20
Plomb	.57
Nickel	.05
Mercure	.073
Chrome	.11
Pesticides	
p, p-DDD	67 x 10 ⁻⁶
p, p-DDT	61 x 10 ⁻⁶
Dieldrine	24 x 10 ⁻⁶
Biphényles polychlorés	1100 x 10 ⁻⁶

TABLEAU B.9

REPARTITION DES CHARGES POLLUANTES EN FONCTION DE L'UTILISATION DU TERRITOIRE URBAIN. (15) (1b/mille de bordure de route)			
	RESIDENTIEL	INDUSTRIEL	COMMERCIAL
Solides totaux	1,200	2,800	360
Solides volatiles	86	150	28
DBO ₅	11	21	3
DCO	25	100	7
Azote Kjeldahl	2.0	3.9	0.4
Nitrates	0.06	0.18	0.18
Phosphates	1.1	3.4	0.3
Métaux lourds totaux	0.58	0.76	0.18
Pesticides totaux	--	--	--

TABLEAU B.10

PRINCIPAUX POLLUANTS TROUVES DANS LA NEIGE USEE A TORONTO (13)			
Paramètre	Concentration (mg/l)	Charge	
		dépotoir à neige (1b/tonne)	camion de neige (1b/camion)
Matières solides	10,500	21	126
Chlorures	2,250	4,4	26,4
Teneur totale en plomb	9,8	,02	,12
Teneur totale en fer	4,5	,08	,48
Teneur totale en phosphore	2,4	,005	,03
Matières organiques (DBO ₅)	57	,114	,68

Note: Les renseignements ci-dessus proviennent de cinq échantillons de neige prélevés dans les camions et les dépotoirs à neige, dans la ville de Toronto. On estime que les chargements moyens des camions s'élèvent à 6 tonnes.

TABLEAU B.11

TENEUR EN METAUX LOURDS DANS LES ECHANTILLONS DE NEIGE RECUEILLIS EN DIVERS POINTS DE CAMBRIDGE ET SOMERVILLE, MASS. (8)				
Echantillon No.	Teneur en métaux (parties par million).			
	Plomb	Zinc	Cuivre	Nickel
Vieille neige (Fev.72)				
S1	0.4	0.35	0.02	0.02
S2	6.6	0.89	0.02	0.08
S3	2.1	0.68	0.04	0.08
S4	0.8	0.04	0.02	0.02
S5	0.6	0.12	0.01	0.02
Nouvelle neige (Fev.72)				
S6	0.3	0.10	0.10	0.02
S7	0.3	0.02	<0.02	<0.02
S8	0.2	0.02	<0.02	0.02
S9	0.4	0.05	0.02	<0.02
S10	0.2	0.05	<0.02	<0.02
S11 - sale	0.6	0.35	0.05	0.10
S12 - sale	0.7	0.20	0.05	0.10

TABLEAU B.12

TENEUR EN METAUX LOURDS DANS L'EAU DE FONTE DES RUES EN DIVERS POINTS DE CAMBRIDGE ET SOMERVILLE, MASS. (8)				
Echantillon No.	Teneur en métaux (parties par million)			
	Plomb	Zinc	Cuivre	Nickel
W1	3.3	3.15	0.08	0.16
W2	3.9	2.2	0.06	0.08
W3	0.8	0.91	0.04	0.04
Eau du robinet de Cambridge				
Eau chaude	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02
Eau froide	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02
Fresh Pond, Cambridge	0.004	0.020	----	----
Réservoir Wachusett	0.004	0.010	----	----
Ave. Rivers & Lakes, Worldwide	0.010	0.010	0.010	0.010

TABLEAU B.13

ESTIMATION DES APPORTS EN SUBSTANCES NUTRITIVES PROVENANT DE DIFFERENTES SOURCES (1)		
Source	Azote 10 ⁶ lb./an.	Phosphore 10 ⁶ lb./an.
Eaux résiduares domestiques	1100-1600	200-500
Eaux résiduares industrielles	1000	-----
Eau de ruissellement rural		
Zone agricole	1500-15000	120-1200
Zone non-agricole	400-1900	150-170
Eaux résiduares d'élevage	1000	-----
Eau de ruissellement urbain	110-1100	11-170
Eau de pluie	30-590	3-9

TABLEAU B.14

QUANTITES PRODUITES ET CARACTERISTIQUES DU FUMIER ANIMAL (6)						
	FUMIER* TOTAL	DBO	SS	AZOTE	P ₂ O ₅	SODIUM
lb/jour/animal						
Taureaux Vaches (lait) Vaches (viande)	90	1.45	1.95	0.33	0.13	0.03
Bouvillons (viande) Génisses (lait) Génisses (viande)	50	1.65	2.05	0.16	0.10	0.01
Veaux	25	0.36	0.52	0.08	0.03	0.01
Porcs	10	0.38	0.34	0.06	0.04	0.006
Truies	14	0.41	0.18	0.062	0.042	0.008
Brebis	12	0.32	0.21	0.05	0.03	0.002
Agneaux	8	0.22	0.11	0.03	0.02	0.001
Chevaux et poneys	55	1.40	1.90	0.26	0.09	0.01
Poules (pondeuses) Poulets (cuvées) Dindes (lourdes)	0.31	0.025	0.013	0.004	0.0028	0.00025
Poulettes Dindes (à rôtir)	0.16	0.013	0.011	0.0015	0.0008	0.00018
Poulets (à rôtir)	0.09	0.009	0.008	0.0033	0.0002	0.0001
Dindes (couver)	0.31	0.03	0.02	0.0046	0.00041	0.0004

* le fumier total comprend les excréments animaux, liquides et solides, ainsi que d'autres substances provenant des étables (paille des litières, fourrage, etc...)

TABLEAU B.15 (a)

CONSOMMATION D'ENGRAIS ARTIFICIEL AU CANADA (6)

	Superficie (en milliers de km ²)	Densité de la population (h./km ²)	(A)				(B)	(C)	(D)			(E)
			a. %	b. %	c. %	d. %	en milliers de t/an	kg/ha %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	
Canada	9,959.40	1,9	4	2	44.5	49	560.00	13.5	30.5(15.5)	47.5(56.5)	22(28)	280
<p>A. Exploitation du sol: a) labours (y comprisylviculture) b) superficie des prairies et des pâturages c) forêts d) surfaces non exploitées par l'agriculture, y compris eaux.</p> <p>B. Consommation totale d'engrais en 1965 (teneur active)</p> <p>C. Total engrais en Kg/surface labourée</p> <p>D. Répartition en pourcentage des engrais azotés, phosphatés et potassés 1965 (1950)</p> <p>E. Augmentation de la consommation totale d'engrais depuis 1950, en pourcentage.</p>												

TABLEAU B.15 (b)

SUBSTANCES FERTILISANTES ET ENGRAIS COMPOSES VENDUS DANS LA PROVINCE DE QUEBEC (16) (années terminées le 30 juin 1966-1970)

années	Substances fertilisantes			Engrais composé			Total		
	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1969	1970
(en tonnes)									
Québec	25 005	43 672	40 870	252 912	264 234	268 075	277 917	307 906	308 945

TABLEAU B.15 (c)

CONSOMMATION DE SUBSTANCES FERTILISANTES AU QUEBEC (16)

SUBSTANCES FERTILISANTES VENDUES DANS LA PROVINCE DE QUEBEC, SELON LA NATURE DU PRODUIT. (années terminées le 30 juin, 1966-1970)					
Produits	1966	1967	1968	1969	1970
			tonnes		
Fumier d'animaux.....	641	744	1,207	2,453	907
Ammoniaque anhydre 100% (pour application directe seulement).....	—	43	328	273	912
Nitrate d'ammonium.....	2,866	4,894	5,806	8,643	8,737
Phosphate de nitrate d'ammonium.....	197	320	503	—	—
Phosphate d'ammonium:					
11-48-0.....	38	123	4	20	3
16-20-0.....	2	—	—	—	327
Autres.....	64	526	991	3,568	7,071
Sulfate d'ammoniaque.....	503	340	410	588	488
Scorie basique.....	232	131	16	—	—
Engrais d'os, farine d'os et phosphate d'os.	356	169	181	145	65
Cyanamide de calcium.....	18	25	20	33	4
Solution d'azote.....	366	697	1,186	1,837	3,711
Roche phosphatée.....	445	407	232	—	—
Chlorure de potassium.....	764	809	2,644	4,766	7,906
Sulfate de potassium.....	229	316	181	615	183
Sulfate magnésien de potassium.....	28	57	149	408	289
Nitrate de sodium.....	32	18	18	14	2
Vase d'eaux d'égouts.....	—	—	—	—	—
Superphosphate:					
—22% ou moins de P ₂ O ₅	9,064	9,931	9,890	8,707	7,212
Plus de 22% de P ₂ O ₅	36	61	105	480	275
Résidus de réservoir.....	69	84	4	85	49
Urée (qualité pour engrais seulement).....	525	890	814	975	930
Formaldéhyde d'urée (qualité pour engrais seulement).....	47	1	214	15	2
Autres engrais fertilisants(1).....	121	237	106	1,945	1,797
Total.....	16,643	20,823	25,005	35,570	40,870

(1) La chaux non comprise.

TABLEAU B.16

QUANTITES D'ENGRAIS UTILISEES PAR TYPE DE CULTURE (USA) (30)			
Etat	Type de culture	Azote kg/ha	Phosphore kg/ha
1. Ensemble	Coton	25-100	10 -45
	Maïs	100	25
	Betterave sucrière	50-200	15 -45
	Canne à sucre	40-110	15 -20
	Froment	20- 60	10 -25
	2. N. Caroline Kentucky	Luzerne, Maïs, Coton, Pommes de terre, Graines de soja, Tabac,	18-104
3. Middle West	Maïs	90-110	20 -30
4. Virginia Florida	Pin	26	2
	Maïs	180	27
	Luzerne	340	37
5. Wisconsin	Labours	35	15
6. Ensemble	Dépend de la quantité de pluie et de la nature de l'exploitation	0-55	0 -20

TABLEAU B.17

LES PERTES MOYENNES ANNUELLES D'AZOTE A TRAVERS DES CANAUX DE DRAINAGE EN TUILES (1961-1962) A WOODSLEE, ONTARIO. (6)		
cultures	Azote dans l'eau de drainage (lb/acre/an)	
	sans engrais	avec engrais
Maïs	5.0	13.5
Avoine - Luzerne	3.8	5.1
Luzerne 1ère année	4.3	3.5
Luzerne 2è année	4.2	7.7
Maïs en continu	5.9	12.5
Paturin bleu	0.3	0.6
MOYENNE	3.9	7.2

TABLEAU B.18

LES PERTES ANNUELLES MOYENNES DE PHOSPHORE A TRAVERS DES CANAUX DE DRAINAGE EN TUILES (1961-1967) A WOODSLEE, ONTARIO. (6)		
cultures	Phosphore dans l'eau de drainage (lb/acre/an)	
	sans engrais	avec engrais
Maïs	0.12	0.21
Avoine - luzerne	0.12	0.12
Luzerne 1ère année	0.12	0.13
Luzerne 2e année	0.07	0.20
Maïs en continu	0.23	0.26
Paturin bleu	0.01	0.11
MOYENNE	0.11	0.17

TABLEAU B.19

VENTE TOTALE D'HYDROCARBURES CHLORES EN ONTARIO (6)			
Produits	Produits toxiques vendus (*) (lbs)		
	1968	1969	1970
DDT et DDD	296,274	463,139	85,112
Aldrine	3,263,447	26,857	none
Dieldrine	297	806	none

(*) Seuls les produits actifs ont été considérés et non pas la matrice inerte.

TABLEAU B.20

RESIDUS DE PESTICIDES DANS L'EAU ET LES SEDIMENTS - ONTARIO, 1968-1969 (6)				
Echantillons	Teneur dans l'eau (p.p.b.) et les sédiments (p.p.m.)		Résidu identifiable %	Résidu non-identifiable %
	DDE, DDD, DDT	Dieldrine		
Eau de puits	Trace	--	7	93
Eau potable	.015	.009	73	27
Eau de rivière	.019	.006	45	55
Moyenne	.014(*)	.004	42	58
Sédiments de rivière (secs)	.080(**)	.004	93	7

(*) Le .014 ppb comprenant .007 ppb DDE (50%), .002 ppb DDD (14%) et .005 ppb de DDT (36%)

(**) Le .080 ppm comprenant .020 ppm DDE (25%), .049 ppm DDD (61%) et .011 ppm de DDT (14%)

TABLEAU B.21

RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES SOLS - ONTARIO, 1968-1969 (6)				
	Teneur basee sur le poids sec			
	DDE, DDD, DDT (ppm)	DDT %	Cyclodiènes (ppm)	Dieldrine %
Sols de vergers	10.4	63	0.313	100
Sols de cultures maraichères	4.24	81	0.845	33
Sols de champs en culture	0.057	54	0.057	59
Pâturage	0.020	55	0.001	100
Urbain, non agricole	0.103	59	0.091	75

TABLEAU B.22

TENEUR EN SUBSTANCES NUTRITIVES DES DECHETS INDUSTRIELS* (30)						
Nature des déchets	DBO ₅ mg/l	N mg/l	P ₂ O ₅ mg/l	P mg/l	DBO ₅ /N	DBO ₅ /P
Usine de sucre						
Eau de lavage	1,180	21-70	6-30	2.6-13	56 : 1	356 : 1
	4,680				66 : 1	455 : 1
Jus pressé	13,900	28-712	71-629	31 -274	55 : 1	142 : 1
	39,000				488 : 1	448 : 1
Amidons de pommes de terre	3,120	89-196	63-184	27 - 80.5	16.8 : 1	38.7 : 1
					-35 : 1	115 : 1
Laiterie	200-	30	2-3	0.9- 1.3	6.7 : 1	222 : 1
	6,000				-200 : 1	4,600 : 1
Grenier de malt	1,621	29	30	13	56 : 1	125 : 1
Brasserie	611	159.4	46.5	20.2	3.9 : 1	30.2 : 1
Levure	3,042	858			3.5 : 1	
Abattoirs	838	145.	18.7	8.2	5.8 : 1	102 : 1
Dépouillage d'ani- maux	1,000	400-	100	43.7	2.5 : 1	22.9 : 1
	6,000	1,500			-4 : 1	137 : 1
Planches de pail- le comprimée	a)3,900	165			23.6 : 1	
	b)2,500	50			50 : 1	
Lin	2,500	40	60	26.1	62.5 : 1	96 : 1
Amidon	3,000	319	175	76.5	9.4 : 1	39.2 : 1
Lavage de laine	10,000	1,400			7.2 : 1	
Teinturerie (cou- leurs du chrome)	1,020	7-22			145 : 1	
	3,700				168 : 1	
Tannage	296	57			5.2 : 1	
Autres	622	51			12.2 : 1	
Distillerie d'al- cool	15,000	1,900			7.9 : 1	
Usine de Pénicil- line	4,080	400			10.1 : 1	
Laiterie (volu- me des eaux usées 4x le volume lai- tier traité)	400	40	20	8.7	10 : 1	46 : 1

(*) Extrait du Rapport O.C.D.E. 1966.

TABLEAU B.23 ORIGINE ET CARACTÉRISTIQUES DES EAUX RÉSIDUAIRES INDUSTRIELLES (4)

ORIGINE DES DÉCHETS MAJEURS (INDUSTRIE OU PROCÉDE)	CARACTÉRISTIQUES	RÉFÉRENCES POUR PLUS DE DETAIL
<u>TEXTILES ET INDUSTRIES CONNEXES</u>		
rouissage lavage de la laine blanchisseries de coton lavanderies teintureries	suspensions, acides organiques alcalins, sels de potassium chlore savons, détergents acides organiques et minéraux, alcalins oxydants, réducteurs, sels dissous, colorants, produits de mercerisage, adjuvants	(10),(11),(12),(28) (10),(11),(12),(28) (10),(11),(12),(28) (10),(11),(12),(28) (10),(11),(12),(28)
<u>INDUSTRIE DU CUIR</u>		
trempage pélanage déchaulage tannage chromage	NaCl, Na ₂ CO ₃ , mouillants, naphthalènes Na ₂ S, CaO et Ca (OH) ₂ acides minéraux, sels dissous acides organiques, tannins, flore bactérienne acides minéraux, sels dissous, oxydes de chrome	(10),(11),(12),(23) (10),(11),(12),(23) (10),(11),(12),(23) (10),(11),(12),(23) (10),(11),(12),(23)
<u>INDUSTRIES CHIMIQUES</u>		
produits pharmaceutiques: mycellium, filtrats perdus et eaux de lavage caoutchouc: lavage du latex, caoutchouc coa- gulé, impuretés du caoutchouc brut acides: eaux de lavage diluées, acides dilués détergents: lavage et purification des sa- vons et détergents amidon: condensats d'évaporateur ou résidus non récupérés, lavage, embouteillage explosifs: lavage des explosifs, lavage et décapage des cartouches pesticides: lavage et purification des pesticides phosphates: lavage, tamisage, flottage, et phosphore: pertes lors de la réduction des phosphates formaldéhyde: résidus de la fabrication des résines synthétiques et de la teinture des fibres synthétiques plastiques et préparation et utilisation résines des polymères, lavage de l'équipement	matière organique dissoute et en suspension dont des vitamines BOD et odeur élevés, solides en suspension, pH variable, chlorures élevés pH bas, un peu de matière organique BOD élevé, savons saponifiés BOD et matière organique élevés, surtout amidon et substances semblables TNT, acides colorés, odeurs, acides organiques alcool, acides minéraux, métaux, huiles, savons matière organique élevée, toxiques pour les bactéries et poissons, acides argiles, limon, huiles, bas pH, solides en suspension, phosphore, silice et fluorure BOD et acétaldéhyde élevés, toxiques aux bacté- ries acides, bases, matière organique dissoute, com- me: phénols, formaldéhyde, etc.	(10),(11),(12) (10),(11) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (10),(11),(12) (11),(12) (10),(11),(12)
<u>ALIMENTS ET BOISSON</u>		
mise en conserve: préparation pour la mise en conserve	solides en suspension, colloïdes, matière or- ganique dissoute lactose	(10),(11),(12),(21),(22), (24)
produits du lait: dilution et séparation du lait, lait de beurre, petit lait brasseries et macération et pressage du distilleries: grain, distillation (résid- du et perte de distillat)	matières organiques dissoutes: protéines, graisse et lactose solides dissous organiques contenant de l'azo- te, des amidons fermentés ou leurs produits	(10),(11),(12),(22) (10),(11),(12)
viande et parcs, abattage, dépeçage, eaux volaille de lavage	matière organique dissoute ou en suspension, sang, protéines, graisses	(10),(11),(12),(24)

TABLEAU B.23 (SUITE ET FIN) ORIGINE ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES INDUSTRIELLES (4)

ORIGINE DES DECHETS MAJEURS (INDUSTRIE OU PROCEDE)	CARACTERISTIQUES	REFERENCES POUR PLUS DE DETAIL
<u>ALIMENTS ET BOISSON (SUITE)</u>		
<u>betterave à sucre:</u> eaux de transport, de lavage, de macération, drainage des boues de chaux, condensats après évaporation, jus et sucre extraits	matière organique dissoute et en suspension, sucre et protéines	(10),(11),(12)
<u>levures:</u> résidus de la filtration	BOD, solides organiques	(10),(11)
<u>produits marinés:</u> adoucissement, fermentation, assaisonnement, coloration	pH variable, solides en suspension, couleur matière organique	(10),(11),(12)
<u>café:</u> décortication, fermentation	BOD et solides en suspension	(10),(11)
<u>poisson:</u> centrifugation, pressage, lavage des évaporateurs ou autres instruments	BOD, solides organiques totaux, odeur	(10),(11),(12)
<u>riz:</u> trempage, cuisson, lavage	BOD, solides en suspension et totaux, surtout l'amidon	(10),(11),(12)
<u>boissons douces:</u> nettoyage des bouteilles et de l'équipement, drainage des réservoirs de sirops	pH élevé, solides en suspension, BOD	(10),(11)
<u>boulangeries:</u> lavage et graissage des plats à cuisson, lavage des planchers	BOD, graisse, sucres, farine, détergents	(10)
<u>eaux de consommation:</u> régénération du filtre, des échangeurs d'ions, élimination des boues de chaux et d'alun	minéraux, solides en suspension	(10)
<u>PATES ET PAPIER ET INDUSTRIES CONNEXES</u>		
<u>pâtes et papier:</u> enlèvement de l'écorce, cuisson, raffinage, lavage des fibres	pH bas ou élevé, couleur, solides en suspension ou dissous, colloïdes, lignosulfonates	(10),(11),(12),(19),(25)
<u>contraplaqué:</u> lavage des colles	BOD, pH, phénols, toxiques	(11)
<u>METALLURGIE ET INDUSTRIES CONNEXES</u>		
<u>acierie:</u> cokéfaction, lavage des gaz des haut-fourneaux, décapage	pH bas, acides, cyanogène, phénols, minéral, coke, chaux, alcalins, solides en suspension, scories	(10),(11),(12),(20),(32)
<u>cuivre et laiton:</u> laminage, décapage	acides inorganiques, solides en suspension, Cu, Fe, Zn, Cr	(10),(11),(12),(32)
<u>fonderies:</u> renouvellement du sable	solides en suspension (surtout sable), argiles, charbon	(10),(11)
<u>plaquage des métaux:</u> enlèvement des oxydes, nettoyage et plaquage	acides, métaux, toxiques (surtout minéraux)	(10),(11),(12)
<u>PETROLE ET CHARBON</u>		
<u>raffineries:</u> craquage, fractionnement, adoucisement	BOD, odeur, phénols, sulfures, huiles	(2),(10),(11),(12),(26)
<u>AUTRES INDUSTRIES</u>		
<u>produits photographiques:</u> pertes de solutions	alcalins, agents réducteurs organiques et inorganiques	(10),(11),(12)
<u>génératrices de vapeur:</u> refroidissement	chaleur, volume	(10),(11)
<u>centrales nucléaires et matériel radioactif:</u> traitement de minéral, lavage des vêtements, pertes des laboratoires, eaux de refroidissement	éléments radioactifs, chaleur, acide	(10),(11),(12)

TABLEAU B.24 BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE
D'EAU UTILISEE PAR DIVERSES INDUSTRIES (4)

Tableau	24(a)	industrie du textile
"	24(b)	industrie du tannage du cuir
"	24(c)	industries alimentaires
"	24(d)	industrie des pâtes et papier
"	24(e)	industrie de l'acier
"	24(f)	industrie du pétrole

TABLEAU B.24(a) BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE D'EAU UTILISEE PAR L'INDUSTRIE DU TEXTILE (28)

MATERIEL UTILISE	QUANTITE D'EAU UTILISEE (gal./1,000lb.)	DBO (lb./1,000lb.) ^(a)	SOLIDES EN SUSPENSION (lb./1,000lb.) ^(a)	SOLIDES TOTAUX DISSOUS (lb./1,000lb.) ^(a)
laine	61,500-73,700	51-451	--	--
coton	35,000-50,000	140-170	62- 80	187-245
rayonne	3,000- 7,000	20- 40	20- 90	20-500
acétate	7,000-11,000	40- 50	20- 60	20-300
nylon	12,000-18,000	35- 55	20- 40	20-300
acrylique	21,000-29,000	100-150	25-150	25-400
polyester	8,000-16,000	120-250	30-160	30-600

(a) Le bilan est exprimé en lb. par 1,000 lb. de produit fini

TABLEAU B.24(b) BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE D'EAU UTILISEE POUR UNE TANNERIE (23)

CARACTERISTIQUE	BILAN (lb. ou gal./lb.) ^(a)
DBO	0.083- 0.092
solides en suspension	0.207- 0.24
solides dissous totaux	0.352- 0.38
eau utilisée	9.5 -10.5

(a) Les unités sont des lb. ou gal./lb. de peau. Le bilan est basé sur l'effluent d'une tannerie qui traite 500 peaux par jour.

TABLEAU B.24(c) BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE D'EAU UTILISEE POUR QUELQUES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

INDUSTRIE OU PROCEDE	DBO (lb./u. p.) ^(a)	SOLIDES EN SUSPENSION (lb./u. p.) ^(a)	SOLIDES DISSOUS TOTAUX (lb./u. p.) ^(a)	EAU UTILISEE (gal./u. p.) ^(a)
<u>MISE EN CONSERVE</u> (12):	. 24 -1.05	0.21-1.29	0.30-1.0	25 -125
<u>VIANDE</u> : (15):				
préparation de la viande	.015 - .049	--	--	0.125- 3.67
préparation de la volaille	.026 - .32	--	--	4.0 - 10.4
<u>LAITIERE</u> : (13):				
beurre	1.6	--	--	4.1 - 13.5
fromage	0.29 -0.34	--	--	12.9 - 23.1
lait condensé et évaporé	0.0041-0.0068	--	--	3.1 - 4.2
crème glacé et desserts glacés	0.0017-0.0080	--	--	6.2- 12.0
lait	0.0006-0.0029	--	--	2.0- 5.0
fromage cottage	0.130 -0.143	--	--	35.1- 53.2

(a) u.p. = unité de produit final ou de départ. Ces unités sont: 1 caisse de 24 boîtes de conserve pour l'industrie de la mise en conserve, 1 lb. d'animal vivant pour l'industrie de la viande et 1 lb. de produit fini pour l'industrie laitière.

TABLEAU B.24(d) BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE D'EAU REJETEE, EXPRIME PAR TONNE DE PRODUIT FINI, POUR LES SOUS-PROCEDES IMPORTANTS DE L'INDUSTRIE DES PATES ET PAPIER (25)

PROCEDE	SOLIDES EN SUSPENSION (lb./tonne)	SOLIDES DISSOUS (lb./tonne)	SOLIDES TOTAUX (lb./tonne)	DBO ₅ (lb./tonne)	EAU UTILISEE (gallons/tonne)
<u>préparation du bois</u>	2- 40	2-?	4-→ 40	0.2- 44	1,700- 12,000
<u>fabrication de la pâte:</u>					
Kraft	3- 27	78- 135	81- 162	21 - 52	4,600- 20,300
sulfite	11- 38	289-2,405	305-2,440	70- 362	6,300- 14,600
<u>tamissage de la pâte:</u>					
Kraft	0- 9	0- 71	0- 80	0- 18	0- 9,600
sulfite	0- 14	0- 21	0- 35	0- 8	0- 9,100
<u>lavage de la pâte:</u>					
Kraft	15- 18	35- 160	50- 178	25- 70	2,000- 25,000
sulfite	6- 29	62- 244	68- 273	11- 38	4,100- 28,000
<u>blanchiment de la pâte:</u>					
Kraft	2-?	123-?	125- 400	?-→ 30	11,500- 45,000
sulfite	3- 30	187- 305	190- 335	7- 40	6,000- 43,000
<u>fabrication du papier</u>	30- 60	40- 100	70- 160	10- 20	7,500- 32,000
<u>effluent global:</u>					
Kraft	90-200	300- 900	390-1,100	90- 200	25,000-110,000
sulfite	50-120	400-1,200	450-1,320	100- 500	30,000- 95,000

TABLEAU B.24(e) BILAN DES POLLUANTS ET DE LA QUANTITE D'EAU UTILISEE POUR UNE ACIERIE (20)

CARACTERISTIQUE	BILAN (lb./tonne)(a)
solides en suspension	103 - 184
phénols	0.064- 0.069
cyanures	0.029- 0.031
fluorures	0.031- 0.033
ammoniac	0.078- 0.082
huile de lubrification	2.37 - 3.08
acides libres	3.03 - 3.40
acides combinés	11.3 -13.2
émulsions	0.332- 1.17
métaux solubles	0.079- 0.082
quantité d'eau	9,860 -13,750

(a) les unités sont des lb. ou gal./tonne de lingots par jour

TABLEAU B.24(f) BILAN DES POLLUANTS MAJEURS ET DE LA QUANTITE D'EAU UTILISEE POUR UNE RAFFINERIE DE PETROLE (26)

CARACTERISTIQUE	BILAN (lb. ou gal./baril)(a)
DBO	0.05 - 0.40
phénols	0.005- 0.030
sulfures	0.003- 0.010
huiles	variable
eau utilisée	50 -250

(a) Les unités sont des lb. ou gallons par baril d'huile brute utilisée. Le bilan est basé sur l'effluent global d'une raffinerie de 100,000 baril/jour, après un séparateur d'huile API.

ANNEXE B.2

ETUDES SUR LES SELS DE DEGLACAGE

B.2 ETUDES SUR LES SELS DE DEGLACAGE

Des études particulières ont été effectuées en certaines régions où on a analysé les teneurs en chlorures, soit dans les dépotoirs à neige, soit dans les rivières drainant des régions urbaines. Nous présentons ici trois de ces cas particuliers, soit ceux de la région métropolitaine de Toronto, de la partie sud de Syracuse (N.-Y.) et de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton.

B.2.1 Région métropolitaine de Toronto (13)

Des études entreprises par le "Ontario Water Resources Commission" démontrent les rapports existant entre les chlorures provenant de l'épandage du sel sur les routes et la teneur totale en chlorure des rivières drainant la région métropolitaine de Toronto.

Le tableau B.25 présente les quantités de sels de toutes provenances, épandues dans la région métropolitaine de Toronto de 1966 à 1970. Ainsi, pour l'année de contrôle 1966-67 on sait que 93,000 tonnes de chlorures provenant de 155,800 tonnes de sel, ont été épandues. Le tableau B.26 montre les concentrations de chlorures dans cinq rivières drainant la région métropolitaine de Toronto et se déversant dans le lac Ontario. Nous constatons que durant les mois d'hiver, la teneur en chlorures dépasse souvent la limite permise pour l'eau potable de 250 mg/l. On estime, qu'au cours de l'année 1966-67, ces cinq rivières ont déversé 61,000 tonnes de chlorures dans le lac Ontario. Mentionnons toutefois, qu'une grande partie des chlorures déversés dans ces rivières peuvent provenir d'autres sources que des sels de déglacage. En fait, on a

Epannage en tonnes par année				
<u>Localité</u>	<u>1966-67</u>	<u>1967-68</u>	<u>1968-69</u>	<u>1969-70</u>
Région de Toronto	54,000	76,491	57,521	78,000
Ville de Toronto	32,548	25,921	20,576	33,262
Etobicoke	10,000	11,200	12,500	12,500
East York	2,900	2,900	2,155	2,736
North York	20,039	20,034	16,636	26,500
York	2,000	2,502	2,132	2,700
Scarborough	18,465	21,737	17,400	24,580
D.H.O. (Min. de la Voirie de l'Ontario) à Toronto	15,668	21,650	19,950	33,000
TOTAL	155,800	182,500	148,900	215,200
Tonnes en chlorure	93,000	109,500	89,400	129,200

TABLEAU B.25 - EPANDAGE DE SEL DE TOUTES PROVENANCES DANS LA REGION METROPO-
LITAINE DE TORONTO (13)

Année hydrologique	Cours d'eau	Minimum	Hiver
1966-67 (Oct.-Sept.) 25 échantillons poste	Etobicoke	116	223
	Mimico	120	546
	Humber	55	135
	Don	115	343
	Highland	130	221
1967-68 25 échantillons poste	Etobicoke	112	160
	Mimico	117	247
	Humber	51	117
	Don	120	452
	Highland	172	205
1968-69 27 échantillons poste	Etobicoke	101	161
	Mimico	94	315
	Humber	52	198
	Don	105	452
	Highland	131	296
1969-70 18 échantillons poste	Etobicoke	117	273
	Mimico	106	439
	Humber	70	199
	Don	130	480
	Highland	130	345

* Toutes les concentrations exprimées en mg/l.

** Prélèvement d'échantillons à l'embouchure de chaque rivière à toutes les deux semaines environ.

TABLEAU B.26 - CONCENTRATION DE CHLORURE DANS CINQ RIVIERES DU BASSIN DE LA REGION METROPOLITAINE DE TORONTO (13)

estimé à seulement 20%, la part des chlorures retrouvés dans le lac Ontario qui provenaient des sels de déglacage.

Bien que le chlorure provenant de l'épandage du sel sur les routes ne constitue pas l'apport le plus important, il contribue considérablement à la concentration de chlorure dans le lac Ontario et vu l'urbanisation croissante sur le pourtour du lac, l'apport provenant de l'épandage de sel sur les routes va augmenter.

Ce qui a probablement plus d'importance que l'épandage du sel sur les routes, c'est sans doute l'accroissement saisonnier constaté dans les cours d'eau voisins des agglomérations urbaines. Dans Don River, par exemple, les concentrations de chlorure, en été, sont ordinairement acceptables pour la plupart des utilisations, mais en hiver, la teneur dépasse les critères d'acceptabilité pour toutes les utilisations.

B.2.2 Bassin Meadowbrook au sud de Syracuse, New-York (7)

Prenons maintenant l'exemple du bassin du ruisseau Meadowbrook, dans la partie sud de la ville de Syracuse, N.Y. Ce ruisseau draine une banlieue dont la superficie est d'environ 4 milles carrés. Le tiers de cette superficie n'est pas encore développé. La partie développée est drainée par des égouts sanitaires et pluviaux séparés. La région reçoit de fortes chutes de neige annuelles et supporte une circulation routière résidentielle modérée. On n'y trouve pas d'industries à part les stations d'essence et plusieurs centres d'achats.

La Cité de Syracuse pourvoit à l'entretien des rues en hiver, c'est-à-dire à l'application de sels de dégel.

En octobre 1969, on a entrepris l'échantillonnage du ruisseau Meadowbrook, en trois points, et on procéda à l'analyse de 10 ions en mettant l'accent sur les effets des sels de déglçage des rues dans le cycle hydrologique.

A la suite de cette étude, on a pu établir quelques constatations:

- 1- Les concentrations en chlorures dans le ruisseau peuvent être très élevées: un simple échantillon à Jamesville Road en décembre 1969 indique environ 11,000 ppm de chlorures.
- 2- Le ruissellement de sel provenant du Bassin accuse de fortes variations de concentration durant l'hiver et la saison de fonte des neiges. Les variations dans les concentrations sont fonction du volume de neige, du volume de sel et de la température
- 3- Les concentrations en chlorures diminuent avec l'arrivée de l'été, mais elles restent encore passablement élevées ce qui indiquerait qu'une partie des sels de l'hiver précédent est évacuée par l'écoulement d'été du cours d'eau.

Le tableau B.27 montre les concentrations en chlorures à Jamesville Road, sur le ruisseau Meadowbrook, pour l'année 1971-72.

<u>Juin 1971</u> 3 196.22 14 239.82 21 109.01 28 130.81	<u>Juillet 1971</u> 12 130.81 20 21.80 27 34.45	<u>Août 1971</u> 11 130.81 16 152.61 23 34.45 31 218.02
<u>Septembre 1971</u> 7 152.61 14 130.81 21 45.78 30 259.82	<u>Octobre 1971</u> 5 109.01 12 34.64 19 174.41 26 41.42	<u>Novembre 1971</u> 2 20.49 9 174.41 18 43.60 23 5750.00 30 135.10
<u>Décembre 1971</u> 7 170.05 14 130.81 21 348.00 28 596.62	<u>Janvier 1972</u> 4 961.23 12 5402.76 19 1060.66 25 1624.41	<u>Février 1972</u> 1 430.89 8 298.00 14 3879.00 22 692.00 28 3181.99
<u>Mars 1972</u> 6 1193.25 13 113.70		
TABLEAU B.27 - <u>CONCENTRATIONS EN CHLORURES A JAMESVILLE ROAD (1971-72) (7)</u> (en mg/l)		

B.2.3 Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (14)

Dans la région d'Ottawa, on a effectué une étude de des chlorures entrant dans le bassin de la Rivière des Outaouais afin de déterminer les changements de concentrations qu'on pouvait discerner à la suite de l'emploi de sel routier. Des concentrations de chlorures furent mesurées dans la neige naturelle, dans les congères le long des rues, dans les dépotoirs à neige, dans le ruissellement de ces dépotoirs et dans les rivières Rideau et des Outaouais. Voici les résultats de certains de ces prélèvements:

- 1- Les résultats d'échantillonnage dans la neige naturelle ont démontré une concentration approximative d'ions de chlorures de 5 mg/l.
- 2- Les résultats d'échantillonnage le long de plusieurs rues (congères) indiquent une concentration de chlorures variant de 200 à 4,500 mg/l.
- 3- Des analyses poussées ont été effectuées dans les dépotoirs à neige. Dans ces dépotoirs, on a mesuré les concentrations rapportées au tableau B.28.

On doit noter que les valeurs obtenues dans ce tableau varient en fonction du temps plutôt que des concentrations locales. Ces résultats furent obtenus durant la période du 3 mars 1972 au 3 avril 1972.

- 4- On a également étudié la concentration de chlorure dans l'eau de ruissellement de deux dépotoirs à neige. Les sites contrôlés étaient celui de l'avenue Woodroffe et celui de l'avenue Mann. Ces sites ont été choisis en raison du ruissellement très précis qu'ils présentaient. L'échantillonnage a com-

<u>Dépotoir</u>	<u>Variation</u>	<u>Concentration moyenne</u>
(i) Woodroffe et Baseline	1600 - 700 mg/l	1010 mg/l
(ii) Riverside (Cité d'Ottawa)	1500 - 1300 mg/l	1410 mg/l
(iii) Alta Vista (en face de la GRC)	850 - 625 mg/l	720 mg/l
(iv) Avenue Mann	2250 - 880 mg/l	1440 mg/l
(v) Manège de Hull	400 - 175 mg/l	280 mg/l
(vi) Avenue Champagne - Hull	530 - 250 mg/l	390 mg/l
(vii) Riverside (Cité de Vanier)	400 - 250 mg/l	310 mg/l
(viii) Parc Stanley	400 - 300 mg/l	330 mg/l
(ix) Chemin Walkley	550 - 400 mg/l	460 mg/l
(x) Université Carleton	400 - 300 mg/l	340 mg/l

TABLEAU B.28 - CONCENTRATIONS DE CHLORURE DANS DIVERS DEPOTOIRS A NEIGE

mencé le 17 avril 1972 pour se terminer à la fin de mai. Les résultats de ces essais indiquèrent une tendance décroissante de la concentration de chlorure en fonction du temps. Le 18 avril, le ruissellement de l'avenue Woodroffe avait une concentration de chlorure de 840 mg/l alors qu'à l'avenue Mann, la concentration était de 1,170 mg/l. Le 31 mai, les concentrations étaient respectivement de 75 mg/l et 80 mg/l.

- 5- Les concentrations de chlorures dans les rivières Rideau et des Outaouais furent analysées. Les résultats globaux des analyses indiquent qu'environ 90% des chlorures entrant dans ces deux rivières le font directement par le système d'égout. Les valeurs des concentrations observées ne dépassent pas les limites recommandées de 250 mg/l établies pour l'eau potable.

ANNEXE B.3

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

POUR LES ANNEXES B

B.3 LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES POUR LES ANNEXES B

- (1) AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (1967).

"Sources of Nitrogen and Phosphorus in Water Supplies".
Task Group. 2610 p. JAWWA 59: 344-366.

- (2) BEYCHOCK, M.R., (1967).

"Aqueous Wastes from petroleum and petrochemical plants",
John Wiley.

- (3) BURM, R.J., KRAWCZYK, D.F. and HARLOW, G.L., (1968).

"Chemical and physical comparison of combined and separate sewer discharges", Jour. Water Poll. Control Fed., 40 (1), 112.

- (4) CAMPBELL, P.G., MEYBECK, M., TESSIER, A. (1973).

"Planification de l'acquisition des données de qualité de l'eau au Québec".
Tome 1: "Relations entre l'utilisation de la ressource eau et sa qualité", INRS-Eau, Université du Québec.

- (5) DE FILIPPI, J.A. and SHIH, C.S. (1971).

"Characteristics of separated storm and combined sewer flows", Jour. Water Poll. Control Fed., 43 (10), 2033.

- (6) ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (1971).

"Agricultural Pollution of the Great Lakes Basin".
Combined Report by Canada and the United States.

- (7) HAWKINS, R.H. and JUDD, J.H. (1972).

"Water Pollution as Affected by Street Salting", in:
Water Resources Bulletin.
American Water Resources Association, Dec. 1972.

- (8) KRUEGER, H.W. (1972).

"Danger in the Streets: A preliminary Report on the
Distribution of Lead from Automobile Exhausts in Urban
Streets".
Krueger Enterprises Inc., Environmental Research Di-
vision, Cambridge, Mass. Feb. 1972 - project 72-2.

- (9) MASCOLO, D., MEYBECK, M., CLUIS, D., et COUILLARD, D.,
(1972).

"Caractéristiques physico-chimiques des effluents ur-
bains de l'agglomération de Montréal (Québec), Centre
Québécois des Sciences de l'Eau, rapport no. 4.

- (10) MEINCK, F., et al, (1970).

"Les eaux résiduaires industrielles", Masson et Cie.

- (11) NEMEROW, N.L. (1971).

"Liquid waste of industry: Theories, practices and
treatment", Addison-Wesley Publishing Company.

- (12) NEMEROW, N.L. (1963).

"Theories and practices of industrial waste treatment",
Addison-Wesley Publishing Company.

(13) ONTARIO WATER RESOURCES COMMISSION (1971).

Water Quality Service Branch.

"Le sel de déglacage comme source de pollution de l'eau".
Information sel - Dossier du sel de déglacage.

(14) RICHARDS, J.L. et Associés, Ing. Cons.

LABRECQUE, VEZINA et Associés, Ing. Cons.

"Etude de 20 ans sur la disposition de la neige dans
la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton et de la
communauté régionale de l'Outaouais".

(15) SARTOR, D., et BOYD, G.B., EPA (1972).

"Water Pollution Aspects of Street Surface Contaminants".
Environmental Protection Technology, R2-72-081.
Office of Research and Monitoring, US-EPA.

(16) STATISTIQUE CANADA.

"Fertilizer Trade" (46-207).

(17) SYLVESTER, R.O. (1961).

"Nutrient Content of drainage Water from forested,
urban and agricultural areas". Algar and Metropol.
Wastes U.S. Publ. Health Service.

(18) THOMANN, R.V. (1972).

"Systems analysis and water quality management", Envi-
ronmental Science Services Division.

(19) TOTTERMAN, H. (1972).

"Oxygen consuming organic matter (BOD) in effluents originating in different pulp processes of the wood-working-industry", Paperi ja puu, 54 (8), 437; 54 (9), 505 et 54 (10), 628.

(20) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Blast furnaces and steel mills", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 1.

(21) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Canned and frozen fruits and vegetables", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 6.

(22) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Dairies", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 9.

(23) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Leather tanning and finishing", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 7.

(24) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Meat products", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 8.

(25) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Paper mills", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 3.

(26) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Petroleum refining", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 3.

(27) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Plastic materials and resins", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 10.

(28) U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1967).

"Textile mill products", Industrial Waste Profile, Vol. III, No 4.

(29) VAN DURAN, J.P.J. (1948).

"Soil Fertility and Sewage", Dover. Publication, Inc., New-York.

(30) VOLLENWEIDER, R.A. - O C D E (1968).

"Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation". OCDE.

(31) WEIBEL, S.R. et al, (1964).

"Urban land run off as a factor in stream pollution," Jour. Water Poll. Control Fed., 36 (7), 914.

(32) WISE, W.S. et al, (1947).

"Industrial Wastes: Brass and Copper Industry", Ind.
Eng. Chem., 39 (5), 632.